

posent les corps organisés ou vivants. Prochaska, Pfaff, Sprengel, Ritter, Hildebrandt, Autenrieth, Humboldt lui-même, professèrent que tout dans l'homme, comme dans le reste de la nature, existe sous l'empire de deux forces opposées; tout dans leurs ouvrages s'expliqua par les forces polaires et les lois de l'antagonisme; tout fut attraction ou répulsion, dilatation ou condensation; selon eux, les éléments impondérables, à la tête desquels il faut placer le principe de l'électricité, identique avec celui des phénomènes du magnétisme plus ou moins adhérents, à nos organes, en déterminent l'action différente, suivant que, par leur nature diverse, nos parties jouissent d'une propriété isolante ou conductrice de ces agents de la nature.

« Le principe de l'électricité n'est point en effet soumis aux lois ordinaires de la matière, ne gravite point vers le centre de la Terre; son action, en s'exerçant, ne tend point essentiellement à s'épuiser et à s'affaiblir comme toutes les actions chimiques ou mécaniques; il agit en outre à des distances plus ou moins grandes, tandis que toute action chimique ou mécanique suppose le contact immédiat; sa rapidité est incommensurable; il pénètre les corps sans obstacle, et se propage sans confusion dans des directions infiniment variées et souvent opposées. La pensée, ce résultat merveilleux de l'organisation, n'offre rien de plus rapide, de plus compliqué, de plus inconcevable dans ses phénomènes que les singulières actions de l'électricité et du magnétisme.

« La découverte de Volta a donc été la cause principale de cette révolution physiologique qui, compo-

sée sous nos yeux et poursuivie depuis plus de trente années, paraît sur le point de s'accomplir; et de même que, par la construction de sa pile, l'illustre physicien d'Italie a véritablement changé la face de la chimie, en fournissant aux chimistes leur moyen le plus puissant d'analyse, on peut bien dire qu'en démontrant qu'il suffit que des corps hétérogènes se trouvent en contact pour se constituer dans deux états d'électricité différente ou même opposée, il a également fait révolution dans la science de la vie.

« Depuis cette découverte, les travaux de tous les hommes qui, dans les diverses contrées d'Europe, cultivent les sciences naturelles, se sont dirigés avec une nouvelle ardeur vers la connaissance de ces appareils qui mettent plus particulièrement les espèces animales et l'homme en rapport avec l'électricité, et déjà l'on a reconnu que l'instrument de la volonté et des idées, variable comme l'intelligence départie aux divers animaux, le système nerveux et cérébral présente des différences de conformation, de volume, d'arrangement, de proportions, aussi nombreuses que l'étendue de l'intelligence et l'énergie de la volonté. Il est également constaté que c'est principalement par l'extension des surfaces au moyen de plicatures, que la force des appareils médullaires et nerveux se trouve augmentée, par un mécanisme en tout semblable à celui dont usent les physiciens dans la fabrication des appareils électro-moteurs.

« Tant que nous ne saurons point exactement quel rôle joue dans les phénomènes de la vie cet agent invisible, dont les nerfs sont les conducteurs, tout

physiologiste de bonne foi avouera que ce qu'il sait n'équivaut point à ce qu'il ignore. Les appareils médullaires et nerveux agissent par l'entremise du principe de l'électricité, comme le récipient pulmonaire, au moyen de l'oxygène atmosphérique, comme le tube digestif, en élaborant les substances élémentaires. Bien que nous ignorions l'essence de la respiration et de la digestion, et que le mécanisme intime de ces fonctions nous échappe, le phénomène nous est connu dans le plus grand nombre de ses circonstances. Il en sera quelque jour de même par rapport à l'innervation ; la plupart des mystères de la sensibilité nous seront à ce moment révélés ; la face de la physiologie sera pour lors véritablement changée....

« Toutefois, nous verrons souvent dans cet ouvrage que le plus grand nombre des phénomènes de l'organisme étant complètement inexplicable par les lois de la physique, le temps est loin encore où l'on pourra bannir de la physiologie les théories fondées sur la supposition d'une force vitale. Il est même douteux que ces théories fussent renversées, si l'on venait jamais à découvrir comment les lois générales de la nature se modifient dans les corps organisés, pour donner naissance au singulier phénomène de la vie. Soumise à des lois exceptionnelles, la science de l'économie animale n'en resterait pas moins distincte de toutes celles qui ont pour objet l'étude de la matière inerte. »

Ainsi, les phénomènes vitaux sont mixtes. Les uns doivent être expressément considérés par nous comme de provenance spécifique ; les autres doivent être

envisagés comme de provenance purement physico-chimique.

Dans l'un et l'autre cas, là où il y a vie il n'y a pas négation des lois physico-chimiques, mais il vient s'adjoindre, se superposer à celles-ci d'autres lois, propres, au moins subjectivement, qu'il s'agit de démêler et d'étudier, et leur réaction sur les premières n'a pour effet que de les modifier dans leur intensité, mais nullement dans leur arrangement qui demeure inaltérable.

Cette loi de philosophie première est la traduction positive de l'expression métaphysique *commander à la matière*, trop vague, fautive même (loi de la modifiabilité), et sans consistance scientifique. C'est cette loi que le savant ne doit jamais perdre de vue quand il se propose d'établir une expérience.

Ainsi, en passant d'un ordre de phénomènes à un ordre supérieur (plus complet et moins général), il n'y a pas interversion des lois d'un ordre par celles de l'autre. Il se produit seulement une *suraddition* de lois, et le but de l'action modificatrice humaine (la clinique en médecine) est de faire varier l'intensité des coefficients ou facteurs qui entrent dans la formule de ces lois sans troubler en rien l'ordre sur lequel ces lois reposent.

Claude Bernard le comprenait bien dans sa théorie du *déterminisme* qui, par sa simplicité, était éminemment propre à diriger l'action, et qui a rencontré dans le monde médical, dès sa publication, un si colossal succès. On sait que le déterminisme repose sur ce principe que, *placé dans un système donné de circonstances extérieures, un organisme défini doit*

toujours agir d'une manière nécessairement déterminée; et la méthode expérimentale en biologie consiste précisément à reproduire intégralement ces circonstances extérieures pour connaître le jeu de tel organisme dans ce milieu. Cette théorie de praticien a rendu de grands services à la génération médicale que les dernières institutions de la philosophie positive n'avaient point pénétrée<sup>1</sup>.

« Nous ne pouvons gouverner les phénomènes de la nature, disait-il, qu'en nous soumettant aux lois qui les régissent. »

A ceux des médecins qui nous accuseraient de faire ici trop de philosophie nous dirons qu'à la base de toute science, surtout la science biologique, est la philosophie. C'est dans cette grande synthèse que viennent se confondre toutes les théories humaines. Sans ce point de vue élevé, le physicien lui-même marcherait à tâtons au milieu de ses nombreux agents inconnus.

Fr. Bacon disait (*De dignitate et augmentis scientiarum*, liv. I<sup>er</sup>) : « Une erreur, est qu'une fois que les sciences et les arts sont repartis par classes, la plupart des hommes renoncent bientôt, en faveur de cette spécialité, à la connaissance générale des choses, et à la philosophie première. Et cependant, c'est sur les tours et autres lieux qu'on se place ordinairement pour découvrir au loin; et il est impossible d'apercevoir les parties les plus reculées et les

<sup>1</sup> Art. *Déterminisme* du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

plus intimes d'une science particulière tant qu'on reste au niveau de cette même science, et que l'on ne monte pas pour ainsi dire sur une science plus élevée, pour la considérer de là comme d'un beffroi. »

Que faire d'ailleurs devant un phénomène de quelque nature, sans théorie générale où l'on puisse le rattacher, sans idée préconçue, comme dit Claude Bernard<sup>1</sup>.

Comment l'interpréter? Un fait par lui-même n'est rien : ce qui lui donne son importance, c'est uniquement notre façon de l'apprécier par rapport à l'ensemble. Il sera insignifiant pour celui dont le savoir sera incomplet : il deviendra digne d'attention et d'étude pour une intelligence mieux développée.

Tous les grands biologistes, tant anciens que modernes, depuis Hippocrate et Aristote jusqu'à de Blainville et Cl. Bernard — pour ne pas venir plus loin — ont pris soin de conduire leurs recherches suivant une voie bien arrêtée. Claude Bernard n'avouait-il pas que les règles cartésiennes avaient été pour lui des guides précieux auxquels il rapportait ses découvertes?

« Hippocrate de Cos, Gallien de Pergame, tous les médecins dont l'antiquité s'honore, dit Richerand dans l'ouvrage cité plus haut, joignirent constamment l'étude de la philosophie à celle de la médecine, et regardèrent ces deux sciences comme inséparables. Sans la philosophie, en effet, la médecine rentre tout entière dans le domaine de la comédie et de la

<sup>1</sup> Claude Bernard. *Introduction à la médecine expérimentale et Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*.

satire, éternel et digne objet des plaisanteries les plus piquantes et des sarcasmes les plus amers. D'un autre côté, comme nos besoins dérivent de notre organisation, que nos passions naissent de nos besoins, et que nos idées, venues des sens, sont sans cesse influencées par l'état habituel de nos organes, la physiologie peut seule fournir à la philosophie ses bases les plus solides. Un jour viendra où ces vérités obscurcies et contestées reparaitront dans toute leur pureté, et brilleront de tout leur éclat. »

M. P. Laffitte dit à son tour (*Les Grands Types de l'Humanité*):

« Nous trouvons constamment une confirmation nouvelle de cette éclatante vérité à laquelle tant de faux savants refusent de se rendre, que tous les grands procédés qui ont servi à effectuer les plus importants d'entre les découvertes scientifiques, sont l'œuvre presque exclusive des philosophes. C'est Aristote qui fonda la chimie par sa conception des éléments et la biologie par sa théorie abstraite de la vie ; ce sera Descartes qui créera la géométrie analytique ; ce sera Leibniz qui trouvera le calcul infinitésimal. Aucun problème véritablement sérieux, même dans le détail, ne peut être accompli par des intelligences insuffisamment versées dans la connaissance de l'ensemble ; la science la plus spéciale ne saurait s'élever, si elle n'est cultivée avec un peu de philosophie. »

S'il n'entre pas dans notre plan de résumer ici les acquisitions à ce jour de la physiologie générale,

il ne nous en est pas moins permis de donner le tableau des méthodes plus spécialement propres à la biologie<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> On consultera avec fruit sur ce sujet si important l'*Histoire et systématisation générale de la Biologie principalement destinée à servir d'introduction aux études médicales* par le Dr L.-A. Ségon.

« Le système ambiant étant toujours censé préalablement bien connu, d'après l'ensemble des autres sciences fondamentales, le double problème biologique peut être posé, suivant l'énoncé le plus mathématique possible, en ces termes généraux : *étant donné l'organe ou la modification organique, trouver la fonction ou l'acte, et réciproquement.* » (A. Comte. — *Considérations philosophiques sur l'ensemble de la biologie.*)

Comte et Cl. Bernard s'accordent à reconnaître que l'anatomie se déduit de la physiologie et que l'inverse est beaucoup plus rare.

## TABLEAU DES MÉTHODES BIOLOGIQUES

1° OBSERVATION.	Visuelle. Acoustique. — Chimique. Par gustation (Bichat).	En dehors de la vue et de l'ouïe, nos sens sont trop grossiers pour nous révéler désormais, même avec les secours d'instruments convenables, quoique ce soit d'important. Toutefois, nous saurions peut-être compenser en partie cette insuffisante sensibilité normale par l'observation attentive de quelques cas pathologiques curieux — spontanés ou provoqués — ou mieux encore par une connaissance plus approfondie des animaux, plus favorisés que nous en odorat, goût, etc.
2° EXPÉRIMENTATION :	Par perturbations organiques artificielles.  Par perturbations mésologiques artificielles.	Les ressources de la méthode expérimentale sont assez bornées dans l'application aux recherches biologiques; elle requiert une habileté très exceptionnelle de la part de l'opérateur, et une haute éducation de philosophie naturelle qui lui permette d'interpréter avec justesse les résultats de son expérimentation. Cette faiblesse des procédés expérimentaux dans le domaine vital tient à la perfection du consensus organique, à la difficulté de perturber toute partie de l'organisme sans provoquer <i>ipso facto</i> et aussitôt des perturbations satellites difficilement analysables et cachant le fait même qu'on veut élucider. Claude Bernard a cependant tiré un merveilleux parti de l'expérimentation biologique.  Il est constant que l'expérimentation mésologique qui n'apporte point de lésion organique quand on la restreint entre des limites voulues — bien qu'assez étendues — doit être d'un usage plus facile et plus général que l'expérimentation saignante*.

\* « La question à poser dans la théorie des milieux est celle-ci : un être vivant et un milieu étant donnés, en déterminer les influences réciproques.

« Si le milieu est de beaucoup plus permanent, plus simple, plus général que l'être vivant, celui-ci seul est modifié.

« Si le milieu est aussi complexe que l'être vivant, les modifications se correspondent dans les deux termes.

« Enfin, si l'être vivant est plus simple que le milieu, celui-ci est plus modifiable par l'être vivant que l'être vivant n'est modifiable par le milieu. »

Dr SÉMON.

Depuis que Broussais a montré que l'état pathologique n'a rien de spécifique, que cet état doit être considéré comme une simple exagération ou, au contraire, une diminution dans l'intensité des fonctions physiologiques, il convient d'envisager toute maladie comme une pure expérimentation spontanée rentrant dans l'une des deux classes ci-dessus. Les observations pathologiques ont, à ce point de vue, une importance capitale.

Si l'on rapporte, par inversion, l'expérimentation à l'observation pathologique, on obtient le tableau suivant :

OBSERVATION . . . . .	Pathologique.	} Maladies organiques } spontanées ou provoquées.
	Téatologique.	
	Entre les diverses parties de chaque organisme déterminé.	} « On doit noter, comme Comte a été, je crois, le premier à le remarquer (car je ne sache pas qu'avant lui personne ait philosophé sur l'ensemble des méthodes biologiques) qu'on se fait une idée fort imparfaite de la méthode biologique quand on la restreint à la comparaison des différents organismes. Nous avons encore : 1° la comparaison des parties différentes, quoique analogues, d'un même organisme; par exemple, le pied et la main, l'œil et l'oreille, les artères et les veines; 2° celle des différents états de développement (embryologie), celle des différents états de santé (pathologie). »
3° COMPARAISON. . . . .	Entre les espèces et les races.	
	Entre tous les êtres vivants (y compris les périodes paléontologiques).	} D <sup>r</sup> BUDGEES. — <i>Harvey et les vivisections.</i>
	Avec les phénomènes physiques analogues.	

La nomenclature et les symboles sont assez usités dans les sciences inférieures. La biologie, d'après A. Comte, aurait aussi beaucoup à leur demander. « Il ne faut pas oublier, dit-il, que la méthode naturelle ne constitue pas un simple moyen de classification, mais surtout, même dans son état le moins parfait, un important système de connaissances réelles sur les vrais relations des êtres existants... Trop souvent encore on ne voit qu'un simple artifice de classification dans ce qui, par sa nature, constitue, au contraire, et le résumé le plus substantiel de l'ensemble des diverses connaissances biologiques, et le plus puissant moyen rationnel de leur perfectionnement ultérieur. »

Dans sa *Synthèse subjective*, si inconnue en France, parce qu'elle y fut jadis injustement méconnue, le grand philosophe ajoute : « Un examen général du travail intellectuel fait toujours apercevoir que les signes, outre leur efficacité directe pour la déduction assistent surtout la pensée en rappelant les images, comme celles-ci, malgré leur service inductif, la seconde principalement en révélant les sentiments. »

Les images doivent être nettes et les signes précis.

## Nomenclature.

Symboles } images.  
              } signes.

Sans entrer dans de longs détails, conformément à l'indication de l'épigraphe du présent Manuel, nous nous contenterons maintenant de donner les grands résultats obtenus par l'électrophysiologie.

Les phénomènes qu'elle étudie doivent être envisagés sous deux points de vue bien différents :

1° Les courants électriques qui naissent spontanément dans l'organisme et qu'on attribue, comme la chaleur animale, à la digestion et à l'hétérogénéité des tissus ;

2° Les actions musculaires nerveuses provoquées par un courant électrique étranger à l'animal.

Les premiers, du moins dans l'homme, n'ont jusqu'à ce jour qu'une importance pratique à peu près nulle. Ils proviennent d'une part de la grande hétérogénéité de composition des éléments anatomiques, d'autre part, des décompositions et recompositions fondamentales de la vie organique qui engendrent également de la chaleur. Les actes vitaux doivent les régler dans leur intensité. La connaissance des phénomènes calorifiques développés dans l'économie étant à peine ébauchée, il n'est pas étonnant que les phénomènes électriques plus complexes et plus restreints, qui y prennent également naissance soient encore bien moins explorés.

Les seconds ont été beaucoup étudiés, et quelques physiciens en ont énoncé des lois.

Pour ceux de la première classe c'est Aldini, neveu de Galvani, qui observa le premier les contractions d'une grenouille au simple contact des nerfs et des muscles, et c'est Nobili qui découvrit, en 1807, que

cette contraction est accompagnée d'un courant électrique.

Depuis longtemps déjà on connaissait la propriété que possèdent certains poissons, la gymnote, la torpille, le silure, etc., de donner de fortes secousses électriques quand on vient à les toucher. Walsh, Humboldt, Hunter, Geoffroy Saint-Hilaire, Robin ont fait une étude spéciale de ces animaux.

L'appareil électrique de ces poissons se compose d'une immense quantité de tubes d'une forme hexagonale qui rappelle les cellules des ruches d'abeilles et qui sont rangés parallèlement les uns à côté des autres, à proximité des branchies. Ces tubes sont hermétiquement fermés par la peau de dessus et la peau de dessous. Ils sont traversés perpendiculairement par de petites membranes très rapprochées et sont remplies d'un liquide albumineux et gélatineux. Tous ces couples minuscules sont montés en tension. Blainville (*Cours de physiologie*) a attribué à la nature de ces tubes une composition spéciale qu'il a appelée parenchyme électrique et que Robin a reconnue comme un nouveau tissu qu'il a nommé tissu électrique<sup>1</sup>.

D'après John Davy, la charge électrique de la torpille aurait une double fonction : servir à la défense de l'animal, et le supplément serait employé à activer la digestion. Ce physiologiste admet encore que l'électricité se communiquant aux branchies décompose l'eau et fournit ainsi l'oxygène nécessaire à la

<sup>1</sup> Ch. Robin. *Recherches sur un organe particulier qui se trouve sur les poissons du genre des raies.*

respiration quand la torpille, recouverte de vase ou de sable, ne peut respirer normalement.

Geoffroy Saint-Hilaire a reconnu après examen anatomique comparatif que les organes électriques sont les mêmes dans tous les poissons, mais qu'ils ne sont point placés de la même manière, et Robin ajoute (*Dict. encycl. des Sciences médicales*) :

« L'appareil électrogène a les caractères des appareils de la vie animale et rien de ceux des appareils de la vie végétative. Il remplit une fonction correspondante qui doit recevoir le nom d'*électrogénie* ou de *fonction électrogénique*.

Matteucci et Du Bois-Raymond ont démontré que chez l'homme, comme chez la grenouille, il existe un *courant musculaire* et un *courant nerveux* capables d'exciter un nerf, de contracter un muscle, de dévier l'aiguille aimantée, d'influencer l'électromètre et de décomposer une solution d'iodure de potassium mélangée d'empois d'amidon. Ils sont même parvenus, au moyen de la méthode d'opposition, à mesurer la tension de ce courant. Il varie de 0,030 à 0,080 volt. Quant à l'intensité, elle est encore assez considérable.

Du Bois-Raymond concevant un muscle comme de forme cylindrique a démontré qu'il existe un double courant dont l'un va, en général, des extrémités vers la tête, et l'autre, toujours, de l'intérieur du muscle à la surface : avec Matteucci il a aussi fait voir que chaque muscle forme un système électromoteur spécial et que, dans un même muscle, chaque partie de fibre musculaire se conduit comme un électromoteur indépendant.

Pour Matteucci, *la puissance électromotrice du muscle est indépendante de la grandeur de la section transversale, mais elle varie avec la longueur de ce muscle.*

*Quand le muscle se contracte, on observe un courant normalement dirigé en sens contraire du courant normal.*

Ce courant musculaire n'est sensible qu'autant que le muscle est vivant et sain, c'est-à-dire qu'il manifeste sa contractilité. Dans la paralysie on n'observe point de courant.

*L'intensité du courant croît et décroît avec l'excitabilité.*

Il n'est pas jusqu'à la température qui ne joue un rôle dans ces phénomènes et cela résulte de la proposition précédente. Comme la contractilité est évidemment nulle quand le muscle est à une température inférieure au point de congélation du sang ou à une température supérieure à son point de coagulation, le courant musculaire est aboli *extérieurement* à ces deux repères physiologiques. Compris exclusivement entre eux il varie avec le degré de la fluidité sanguine en passant, à peu près avec elle, par un maximum.

Cela nous explique comment certains poisons n'ont aucune action nuisible sur la production du courant musculaire. Le *curare*, par exemple, augmentant l'excitabilité musculaire et nerveuse augmente aussi l'intensité du courant physiologique.

On est arrivé en accouplant plusieurs muscles frais à construire de véritables batteries électrogéniques de puissance proportionnée au nombre des muscles