

REVUE
DE
L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR

EXTRAITS

LA PHYSIOLOGIE DES FONCTIONS

par Boris RYBAK,

~~professeur à la Faculté des sciences de Caen~~

IL y a quelque pléonasme à parler de physiologie des fonctions puisque la physiologie est l'étude des fonctions des êtres vivants, mais l'expression est consacrée dans sa signification de physiologie des organes. On devrait envisager cette discipline autant chez les Végétaux que chez les Animaux, mais on se placera ici uniquement dans le cadre de la Zoophysologie. Ce faisant, il convient immédiatement de se libérer de l'exclusive d'une physiologie anthropologique — vite anthropocentrique — qui s'identifierait aussitôt à la médecine, ceci parce que l'étude des anomalies biotiques ne représente qu'un aspect de la biologie générale et aussi parce que c'est restreindre l'ambition explicative de la physiologie que s'en tenir à l'étude d'une seule espèce animale (l'Homme) ou, au mieux, d'un nombre très limité d'espèces comme il en va en médecine vétérinaire. En effet, ces fonctions assumées par les organes le sont à des degrés de complexité divers chez un organisme primitif ou évolué; or nous avons à tendre vers la plus grande généralité, à la mise en équation la plus générale rendant compte de la Vie en tant que croissance, survie et pérennité. A cet égard, ce qu'il faut entendre par *organes* chez les êtres les plus évolués, ce ne sera pas seulement l'ensemble végétatif — les viscères — mais encore les structures à fonction distributive et corrélative que sont les organes nerveux et endocriniens.

Considérons la fonction respiratoire : elle est supportée fondamentalement par des organites *intracellulaires* (les mitochondries), et tout organisme unicellulaire exigeant de l'oxygène renfermera des organites de cette sorte ; cependant, à mesure que l'on s'élève dans l'échelle des êtres, on constate que ce processus énergétique de la respiration — que cette fourniture d'oxygène et cette élimination de gaz carbonique et d'eau — s'associe à un appareil tissulaire de complexité croissante : branchies chez les Poissons qui assurent les échanges de gaz dissous dans l'eau environnante, poumons chez les Mammifères dont le fonctionnement nécessite notamment un dispositif ventilatoire osseux et musculaire compliqué. Il faut comprendre que branchies et poumons ne servent qu'à l'approvisionnement en oxygène des cellules et à l'évacuation des déchets respiratoires, *fonction de transit* assumée chez une Bactérie aérobie — être unicellulaire — par le système d'interfaces limitantes nommé membrane.

Considérons encore les fonctions élémentaires de nutrition et d'excrétion qui, elles aussi, reposent chez les êtres unicellulaires sur ces transits membranaires, passifs (perméabilité) ou actifs (perméation) ; tandis que, chez un Chien par exemple, des organes — c'est-à-dire des différenciations structurales multicellulaires et même multitissulaires — se sont développés, qui assurent avec une spécificité poussée, les uns (estomac, intestins, etc.), la fonction nutritive de réduction des aliments en édifices moléculaires assimilables — la fonction digestive —, les autres (intestins, poumons, etc.), celle d'absorption, et d'autres encore (reins, poumons, etc.), celle d'élimination, absorption et élimination étant des phénomènes transmembranaires.

De sorte que l'on reconnaîtra aussitôt l'importance de ce système membranaire, et ceci ne doit pas autrement surprendre puisque les propriétés vitales *princeps* sont situées en deçà du milieu extérieur, séparées de celui-ci par l'organe membranaire. Bien mieux, Claude Bernard a révélé l'existence du *milieu intérieur* représenté finalement par les liquides qui imprègnent les organites dans les cellules, les cellules dans les interstices tissulaires, les tissus dans les édifices organiques, voire les organes dans l'organisme, de sorte que les éléments vitaux sont comme situés entre deux eaux, celles du milieu extérieur et celles du milieu intérieur. Chez l'être unicellulaire, cette fonction d'imprégnation et de distribution liquidienne est associée à des courants intracytoplasmiques, archétypes de la circulation du sang et de la lymphe des Vertébrés. Ici et là, ces humeurs sont en communication plus ou moins directe avec les fluides extérieurs — gaz et liquides. C'est précisément au niveau de toutes les interfaces limitantes (nucléaires, mitochondriales, cellulaires notamment) que s'effectuent les échanges qui assurent, d'une part, la fonction de renouvellement en aliments, catalyseurs et antidotes — nécessaires à la formation et à la réparation des édifices macromoléculaires et aussi de ceux, structurés (polymoléculaires), que sont les organites intracellulaires — et, d'autre part, l'évacuation des déchets dont l'accumulation serait toxique.

Ainsi, cette physiologie des fonctions implique une physiologie des structures pour autant qu'à toute différenciation morphologique est très généralement associée une économie, ne serait-ce qu'une fonction de soutien. Et on conçoit alors que toute étude du fonctionnement devrait être contrôlée systématiquement par des techniques de mise en évidence des états morphologiques, cherchant à aller au plus fin de ce

contrôle des structures constitué par cette *physiologie ultra-structurale* que l'on pratique à l'aide du microscope électronique. Ces corrélations structures-fonctions ne paraissent cependant que très générales et non systématiques, puisqu'on connaît des organes dits *atéliques*, dépourvus de fonction, comme l'appendice vermiculaire de l'Homme. Mais ces exceptions doivent être comprises dans le cadre de l'évolution des êtres organisés. En effet, si telle structure n'a pas de fonction connue dans tel type d'organisation animale, c'est qu'elle l'a perdue au cours de l'évolution ; il s'agit d'une différenciation involuée. Ainsi l'évolution n'est pas exclusivement additive, elle est aussi déficiente et, en somme, modeluse de formes, elle manifeste des récessions régionales — comme le fait l'embryon qui s'édifie par des processus d'addition modulés par des inhibitions plus ou moins étendues. L'ensemble constitue la morphogénèse ; dans un cas, la résultante est le modelé spécifique de la lignée ; dans l'autre, le modelé spécifique de l'individu.

Ces organes, ainsi différenciés, se sont donc constitués par développements et répressions, ce qui a provoqué autant cette « complexification » de certaines structures chez les êtres évolués que la régression de certaines autres structures détenues par les mutants ancestraux. Ainsi la physiologie n'est pas seulement ontologique, elle est phylétique, c'est-à-dire qu'elle s'intéresse particulièrement aux populations d'organismes dans leur état actuel et dans leurs états anciens. De sorte que le Janus structure-fonction — aspect du couple matière-énergie — doit être saisi déjà dans l'ensemble d'une *physiologie générale du développement* en tant que *physiologie évolutive* et que *physiologie embryologique*.

Quelle que soit alors la véracité du lamarckisme, le concept lamarckien de *la fonction créant l'organe* peut être repris à un amendement près, à savoir qu'au cours de l'embryogenèse *la fonction précède l'organe*, comme cela est désormais connu pour certaines activités endocrines (hormones thyroïdiennes, cortico-surrénales). Ce qui signifie que la fabrication de certaines molécules hautement actives se réalise alors que ce qui sera l'organe formateur de ces molécules n'est pas encore apparu en tant qu'organe défini. Autrement dit, dans une organisation peu différenciée, des molécules éclairées indiquent l'organe présomptif. On rejoint alors, même chez les Métazoaires, l'aspect fondamental de la physiologie des fonctions, l'aspect moléculaire. Ainsi, se voulant causale, c'est-à-dire pleinement explicative, la physiologie des fonctions actuelle n'est plus seulement cellulaire comme elle le devint au temps de Claude Bernard, mais, cherchant toujours plus à atteindre le cryptique, elle devient moléculaire, non qu'elle tende à se fondre dans la biochimie mais parce que, fortifiant sa vocation, elle va du macroscopique au microscopique et au submicroscopique pour comprendre le macroscopique. Ainsi, échelonnée dimensionnellement dans sa construction verticale, elle est aussi nécessairement comparative dans sa construction horizontale puisque, science fondamentale, elle cherche avant tout à expliciter les fonctions vivantes dans leur multiplicité autant que dans leur spécificité et qu'elle doit impérativement pour cela comparer aux différents niveaux évolutifs les différents types structuraux réalisés pour assurer un même type fonctionnel.

L'embryologie physiologique donne à cet égard des renseignements précieux autant dans le problème des *préfonctions* que dans celui des lignées cellulaires organisatrices des fonctions. On peut expliciter par ce devenir certaines propriétés mani-

festées par les organes achevés ; il faut prendre en considération pour cela les trois feuillets embryonnaires fondamentaux en tant que tels et dans leurs interactions : l'*ectoderme* qui donnera notamment le système nerveux, le *mésoderme* qui donnera notamment les muscles du squelette, l'*endoderme* qui donnera notamment la glande thyroïde, les poumons.

Cette physiologie générale du développement tend naturellement, par ailleurs, à donner naissance à une *archéophysiologie*, c'est-à-dire à une reconstitution des fonctions probables d'espèces éteintes à partir de reliques *structurales* que sont notamment les squelettes entiers ou fragmentaires fossilisés. Ainsi l'examen d'éléments thoraciques de certains Vertébrés fossiles et de leur forte denture laisse entendre que ces animaux devaient avoir un métabolisme important et une régulation d'une température centrale élevée (naissance de l'homéothermie). De plus, à cette archéophysiologie conjecturale s'ajoute celle qui bénéficie de l'existence de *fossiles vivants*, c'est-à-dire d'animaux archaïques *actuels* qui ont trouvé des refuges au cours des bouleversements géologiques dans des zones peu sujettes à fluctuations, cavernes et fonds marins (cas, par exemple, d'un Cyclostome, la Myxine). Une telle ouverture vers une analyse rétrograde dans le temps des fonctions montre assez que la physiologie d'aujourd'hui déborde le cadre qu'on pouvait lui imposer d'une physiologie clinique, cherchant à aller au-delà de la réalité immédiate qui se révèle à l'observation ou à l'expérimentation au premier degré pour atteindre la réalité médiate présente et passée et établir ainsi les filiations. A cet effet, il s'agit d'examiner exhaustivement les fonctions. Ceci implique des techniques du penser et du faire constamment constructives et constamment critiques. Il est nécessaire pour cela que la physiologie dépasse le stade d'une activité descriptive pour s'affirmer comme science, ce qui ne peut se faire que dans la mesure où elle est hautement *quantitative*, cette rigueur numérique devant mettre en jeu le plus grand nombre de données contemporaines par l'enregistrement simultané de paramètres différents, physiques et chimiques. Mais il est clair que pour progresser dans cette *physiométrie* il faut qu'à cette précision chiffrée soit adjoint le traitement algorithmique des informations pour déceler les corrélations cachées qui existent éventuellement entre tel ou tel phénomène au cours d'une expérimentation au protocole strict, et il est nécessaire, évidemment, d'établir aussi le domaine de validité de ces phénomènes par l'examen statistique des valeurs obtenues. Une des difficultés majeures est que l'on peut faire des statistiques justes sur des expériences fausses, et ce doit être une préoccupation essentielle de l'actuelle physiologie des fonctions que de prendre une claire conscience de la *notion d'artefact*.

Celle-ci est généralement perçue en ce qui concerne les instruments matériels de l'expérimentation, mais il faut remarquer qu'en physiologie il y a aussi un principe d'incertitude. Celui de la microphysique repose fondamentalement sur la prise en considération de l'impact de l'agent d'observation sur l'objet (du photon sur l'électron) ; en physiologie, l'indétermination est la conséquence de la *sensibilité du vivant*, toute action au niveau d'un organe mettant en jeu immédiatement — et aussi de façon différée (ce qui n'est pas la moindre difficulté) — une série de réactions de réajustement, cette régulation étant la condition *sine qua non* de la faculté de s'adapter à de nouvelles circonstances. L'être vivant comme convertisseur d'énergie est viable s'il est en équilibre avec ses milieux — donc ses microclimats — extérieur et intérieur. Et si le normal semble difficile à définir aujourd'hui en philosophie,

il s'exprime en physiologie comme cet état statistique de régulation nommé *homéostasie*. On conçoit dès lors que le normal de la structure-fonction va dépendre des circonstances de la formation de cet ensemble et que la *tératologie* (ou science des monstres) va en conséquence contribuer à la définition de la *normalité vitale*. Insistons sur ce que, en physiologie comme en géologie, nous avons à envisager les causes anciennes du fonctionnement des organes et aussi les causes actuelles, c'est-à-dire, pour celles-ci, les processus plus ou moins instantanés qui dépendent de *réflexes*, lesquels ne sont pas seulement nerveux, mais encore endocriniens, métaboliques et interactifs. Cette sensibilité caractérise le vivant et le rend comme fuyant ; on comprend alors quelle implacable rigueur expérimentale et mentale on doit appliquer à l'étude du vivant pour le saisir dans sa réalité, d'autant plus que certaines régulations relèvent de vicariances, c'est-à-dire de suppléances fonctionnelles d'un organe ou d'un système moléculaire par tel ou tel organe ou système moléculaire, ce qui exprime autant de courts-circuits. Si l'on ne veut pas que des efforts inutiles retardent, voire oblitérent, dans son action cette physiologie généralisée, il convient de promouvoir fermement une *physiologie physiologique* dont le projet est à la fois méthodologie et but.

*

Le problème : *atteindre la fonction sans la perturber.*

C'est là un problème de pénétrabilité puisqu'il s'agit d'accéder aux organes qui sont pour la plupart enfouis dans des enveloppes et qu'il s'agit de le faire dans le cas d'êtres vivants, c'est-à-dire réagissant aux agressions donc présentant des réponses altérées. Cet investissement n'a pu être conduit que par étapes, chacune apportant ses résultats et aussi ses artefacts qui sont autant de limitations. C'est ainsi que des techniques drastiques — comme l'utilisation de coupes ou de broyats d'organes réalisés dans des conditions de moindre dénaturation chimique — permettent de révéler de quoi était constituée la machine au niveau de ses substrats et de ses enzymes. Mais, ce faisant, on procède de façon plus ou moins consciente à l'édification paradoxale d'une *physiologie post mortem*. La situation est aussi délicate quand on utilise les techniques soustractives : on prélève un organe et on l'étudie alors, ainsi isolé de l'organisme, en mettant en œuvre des techniques de survie, essentiellement la perfusion. Il faut noter que l'organisme mutilé de la sorte d'un de ses constituants va réagir de façon différente à diverses sollicitations contrôlées. Donc, par ce truchement de l'exérèse, on obtient des informations sur le fonctionnement d'un organe dans des conditions « purifiées » — *in vitro* l'organe, libéré de son contexte organique, est livré à lui-même — ; d'autre part, le procédé présente cet apparent avantage de permettre de définir en qualité et quantité le rôle de l'organe éliminé puisqu'une nouvelle syntaxe fonctionnelle s'établira dans l'organisme, et celle-ci pourra d'ailleurs conduire, à plus ou moins long terme, à la mort, ce qui indiquera le rôle indispensable de l'organe manquant et permettra l'étude progressive des perturbations ainsi apportées. En fait, l'exérèse introduit un certain gauchissement dans les résultats.

Si on considère la technique de perfusion — qui se pratique soit avec des solutions artificielles de composition définie, soit avec du plasma ou du sang — on est frappé de constater que l'organe ainsi irrigué au mieux (par ses voies vasculaires, naturelles) ne survit que quelques heures ou jours au maximum, alors qu'en place,

dans l'organisme, il fonctionne pendant des années. Ceci résulte en premier lieu de ce que la perfusion conduit à plus ou moins brève échéance à une lixivation de l'organe et qu'en tout cas elle ne renouvelle pas suffisamment les substrats indispensables à la restauration des enzymes, c'est-à-dire finalement au maintien des métabolismes essentiels et spécifiques de l'organe considéré. De plus, il faut insister sur ce que cet organe extirpé de l'organisme — et qui n'en est qu'une dépendance — n'est plus contrôlé par les processus régulateurs, extrinsèques à l'organe, qui conditionnent la vie libre, autonome, de l'ensemble. Quant au devenir de l'organisme mutilé, il dépend beaucoup de l'étendue de l'agression qu'il a subie, de sorte que des réactions non spécifiques découlant du prélèvement peuvent se développer (« stress ») qui masquent alors les réactions spécifiques.

Notons que les inconvénients des méthodes sanglantes en physiologie sont peu marqués tant que l'on ne prétend pas saisir autre chose qu'un aspect limité d'un fonctionnement. Mais, dès que l'on s'attaque à des centres qui, de plus, sont particulièrement protégés par des enveloppes multiples, on s'expose aux plus grands risques d'artefacts ; ceci est particulièrement net en neurologie cérébro-spinale où l'on travaille avec un matériel singulièrement fragile, qui, par exemple, ne peut supporter une privation d'oxygène au-delà de trois ou quatre minutes et où, cependant, les hémorragies, les pertes en liquide céphalo-rachidien ou encore les oblitérations vasculaires afférentes d'intervention sont telles qu'au regard des ischémies résultantes le doute subsiste quant à la signification des résultats généralement obtenus.

Dans ces circonstances, tout dépend, quant à la stratégie et à la tactique, de ce que l'on cherche à montrer ou à démontrer.

Comme il s'agit d'atteindre, en ce qu'elles ont d'essentiel, les fonctions d'organes principalement internes, il importe de procéder à leur extériorisation directe ou indirecte. Ces difficultés — qui découlent de nos exigences — imposent donc de s'éloigner, tout en en tenant compte, des procédés très destructeurs de la biochimie en tubes à essai et de promouvoir une biochimie *in situ* qui, très remarquablement, se constitue à l'aide de procédés physiques (spectrophotométrie, polarographie, etc.).

Ainsi, la fonction *princeps* des organes creux (estomac, utérus, cœur, etc.), s'effectue, par définition, au sein de la cavité donnée. On peut suivre certains aspects du fonctionnement intracavitaire de façon indirecte, par exemple, en faisant passer dans l'organe creux une substance opaque aux rayons X, de sorte que l'on peut saisir, par contraste, les mouvements de l'estomac ou connaître l'état de certains vaisseaux, etc. Toutefois, si on cherche non seulement à observer un fonctionnement interne, mais à intervenir sur lui directement — sans évidemment altérer la fonction essentielle de l'organe considéré — il faut mettre au point des techniques assurant le maintien prolongé du fonctionnement de l'organe creux entièrement ouvert. Dans le cas du cœur, de l'estomac, etc., ceci a autorisé notamment l'accès direct à la connaissance simultanée des événements mécaniques, électriques et même métaboliques (comme la respiration) de tout point de la paroi interne du myocarde et particulièrement du centre automatogène, des valves, des muscles papillaires, du septum interventriculaire. De sorte que l'intervention chirurgicale, loin alors d'être perturbatrice, constitue une méthode d'exploration efficace qui a permis en particulier, par des sections systématiques dans le cœur de

Mammifère notamment, d'établir les bases théoriques de l'électrocardiogramme. Dans ce domaine de la *chirurgie analytique* on se trouve, en somme, dans une situation proche de celle connue en physique instrumentale et où l'on amplifie les défauts d'un appareil ou d'une technique pour en faire une qualité investigatrice : ici la chirurgie, traumatisante par définition, où les traumatismes — rationnellement conduits — servent de moyens de connaissance et donnent une direction autre que réparatrice, clinique, à la chirurgie. Ajoutons que la chirurgie peut encore servir pour la « visualisation » prolongée de l'activité de certains organes, notamment par ouverture ventrale ou même, chez certains Mammifères, par ouverture du thorax gauche. Mais on tendra de plus en plus vers des techniques médiatees.

Il faut remarquer que les médecins ont depuis toujours eu à résoudre le problème de reconnaître la fonction dans ses dérangements par les moyens les moins sanglants, les moins traumatisants, et l'on peut dire que Laënnec, en inventant l'auscultation médiate, a pour la première fois réalisé concrètement cette trans-exploration fonctionnelle fondée sur les *signes* objectifs *spécifiques* et instantanés d'une fonction. On se contente alors de l'image de l'organe et de la ou des fonctions associées, image d'un certain nombre de caractéristiques qui, calibrées par ailleurs, assurent le repérage et la représentation intellectuelle du phénomène. Exemple : la fréquence contractile instantanée du cœur par le truchement des phénomènes électriques cardiaques considérés comme signaux ; l'image est alors électrique. Elle peut être visuelle (radiographie), elle peut être mathématique en ce sens que différentes données numériques conjointes traitées algorithmiquement forment un langage abstrait qui prolonge le langage instrumental, lequel est lui-même le prolongement affiné de nos capacités sensori-motrices. Ainsi, en neurologie, les techniques stéréotaxiques de repérage *externe* dans l'espace des structures encéphaliques permettent la détection de phénomènes électriques et physico-chimiques avec le minimum de traumatismes et donnent une représentation graphique et métrique d'une fonction nerveuse centrale.

Cette image, qui n'est donc pas nécessairement visuelle, d'une fonction, d'un organe ou d'un ensemble d'organes, peut, par ailleurs, être obtenue par la technique non sanglante qui fait usage des substances radio-actives dont la distribution spatio-temporelle permet de suivre des métabolismes et des caractéristiques physiques comme le temps de circulation sanguine d'un point à l'autre de l'organisme, les transits rénaux, etc.

De toute façon, pour cerner avec précision l'état fonctionnel, on en revient toujours à la nécessité de déterminer l'évolution simultanée de plusieurs phénomènes dans une unité organique définie. La physiologie ne peut plus se contenter d'étudier une seule variable séparément, parce que dans un organisme — ou même dans un organe pris dans sa totalité fonctionnelle — il n'y a pas de variables indépendantes. Une fonction ne peut être postulée que corrélativement, comme élément d'un réseau. Ceci concerne spécialement la connaissance si capitale du milieu intérieur, permettant une définition quantitative et permanente de l'*écologie interne*. Il est alors nécessaire de mettre en œuvre des capteurs pour l'étude en continu des fluides de ce milieu ; c'est là une forte tradition française en ce qui concerne le sang, puisque l'introduction d'une sonde par les voies vasculaires (cathétérisme) a été faite pour la première fois par Chauveau et Marey, et que cette technique a été rendue parfaitement maniable chez l'Homme même par Cournand.

Si l'accession médiatrice est une des conditions fondamentales de la physiologie physiologique, il se pose, pour sa promotion, un autre préalable : jusqu'à présent, la physiologie s'est montrée presque systématiquement une branche de l'anesthésiologie. Ceci s'explique pour des raisons humanitaires et aussi pour des raisons de contention de la préparation, et encore parce que les réactions douloureuses perturbent le faciès fonctionnel. Mais, pour saisir sur le vif la fonction, il est nécessaire d'opérer sur des animaux éveillés ; et, de plus, il est souhaitable que ces animaux *vigiles* soient *libres* de leurs mouvements. Avoir rempli ces exigences constitue un des succès les plus remarquables de la physiologie pavlovienne. Mais désormais, l'obligation étant reconnue de définir à tout instant le réseau phénoménal, on aboutit aux préparations dites chroniques avec multiples détecteurs implantés. Cette liberté des mouvements de l'animal en étude nécessite alors l'établissement de *liaisons à distance* — petite ou grande. A ce propos, il convient d'insister sur un point de terminologie ; on confond souvent télé-transmission et radio-transmission, cependant la télé-transmission représente toute forme possible de transmission à distance : ondes sonores, électriques, lumineuses, et aussi transmission mécanique lointaine mais directe ; la radio-transmission, elle, constitue le processus de télé-transmission exclusivement radio-électrique et son champ d'action est donc beaucoup plus vaste, permettant d'envisager en biologie une expérimentation dans des domaines nouveaux, voire interdits : zones terrestres éloignées, champs radio-actifs, satellites, espaces interplanétaires. Des expériences de ce type — limitées éventuellement par l'encombrement des radio-fréquences — impliquent un double mouvement allant de l'animal à l'expérimentateur et de l'expérimentateur à l'animal ; c'est-à-dire que l'on doit, d'une part, recevoir des informations émises par le sujet en expérience (véritable canal sensitif) et, d'autre part, agir sur le sujet par des ordres (véritable canal moteur). En ce qui concerne la télé-intervention électrique par fils, il faut remarquer que, dès 1906, Einthoven avait ouvert la voie : travaillant dans son laboratoire de physiologie avec son célèbre galvanomètre à corde, intransportable, et ne pouvant de plus déplacer un patient de l'Hôpital universitaire qui se trouvait à plus d'un kilomètre de distance, Einthoven eut l'idée de relier les fils des électrodes de détection des potentiels électriques du cœur à un câble téléphonique spécial branché sur l'appareil de mesure (premier télécardiogramme).

Remarquons qu'à la notion d'artefact, dont on vient de circonscrire le domaine du point de vue instrumentation manuelle et mentale, se rattachent aussi, par suite de cette sensibilité — et de cette adaptabilité corrélative — du vivant, les incertitudes découlant de la « rémanence » phylétique et ontologique.

S'il n'est pas indifférent, en effet, de chercher à atteindre les fonctions vivantes chez telle ou telle espèce — organisation — animale, à tel ou tel niveau dimensionnel — organe ou ultrastructure —, il ne l'est pas non plus de chercher à le faire chez telle espèce à n'importe quel stade de l'histoire naturelle de ses individus. Cela est vrai non seulement si on considère « dans l'absolu » les organes et les fonctions en train de se faire, de l'archétype à la forme moderne (vie évolutive) et de l'embryon au vieillard (vie individuelle), mais cela l'est encore si l'on considère l'état relatif spatio-temporel d'une ou plusieurs fonctions, et ceci chez tel ou tel individu.

D'une part, pour un organe donné d'une espèce définie, les fonctions ne se déroulent pas d'une façon continue, mais selon des périodes, variables, remarquable-

ment régulières d'ailleurs, de sorte que l'on parle aujourd'hui d'*horloges biologiques*. La faim, le sommeil, par exemple, sont des phénomènes cycliques. On conçoit dès lors qu'étudier supposons un estomac de Chien au moment de la digestion ou en période de jeûne et, bien plus, au moment de la digestion de tel bol alimentaire, ou à la suite d'un jeûne établi depuis plus ou moins longtemps après tel régime alimentaire, etc., cela n'est pas indifférent. Et, s'il s'agit d'un chien du Groenland, cela peut encore interférer quant aux résultats comparativement à ce qui a pu être observé chez un Chien d'appartement. D'autre part, les animaux solitaires n'ont pas non plus la même physiologie — voire la même morphologie — que les mêmes animaux groupés, et cette écologie externe (géographique, sociale, etc.) retentira sur les différentes fonctions d'une structure génétiquement donnée. Ainsi les fonctions dépendent dans leurs manifestations — dans leurs styles — du génétique et du génétique modelé par l'écologique. A cette variabilité répond la nécessité d'une étude intransigeante des conditions antérieures et instantanées ; à cette variété répond aussi la constitution d'autant de physiologies des fonctions : physiologie évolutive, génétique physiologique, physiologie géographique, physiologie des sociétés, etc.

Chaque individu possède son histoire et sans doute y a-t-il une trace à toute chose, c'est une question de détecteur en qualité et en quantité. Chaque individu exprime ses antécédents, de lignée d'abord (génétique), d'individu dans ses différentes expériences ensuite ; de sorte que pour tirer le maximum d'informations — pour aménager les données en une représentation toujours plus affinée des fonctions et non pas pour accumuler des faits — il convient d'établir avec précision la carte d'identité de chaque animal étudié. A cet égard, il faut noter que dans toute organisation animale, les horloges biologiques sont génétiques ou résultent de conditionnements. Les conditionnements correspondent à des événements conservés corrélativement et, très remarquablement, ces mémoires influencent le fonctionnement des organes végétatifs et non pas seulement le comportement nerveux supérieur puisqu'il a été montré, par exemple, qu'une vache n'avait pas la même éjection de lait en présence de sa trayeuse de routine qu'en présence d'une autre trayeuse. La psychosomatique exprime bien les relations qui existent entre structures végétatives et structures de liaison et de direction que sont les organes nerveux et endocriniens, lesquels dépendent à leur tour, pour leur intégrité fonctionnelle, des viscères. L'unité fonctionnelle de l'organisme se trouve ainsi réalisée.

Et maintenant une technologie physiologique prend rapidement son essor, non seulement par suite de la nécessité instrumentale d'exploration fonctionnelle dont on vient de voir la signification pour la connaissance, mais encore par suite des possibilités thérapeutiques qu'elle détient (organes artificiels notamment). L'indissociable activité psycho-manuelle de l'Homme physiologique s'affirme ainsi en s'affinant, et il y faut toujours plus d'expériences, toujours plus de raison et toujours plus d'imagination.