

leur sont immanentes, comme la contractilité et la névrité, qui ne se montrent que lors de l'arrivée des éléments musculaires et nerveux, à un certain terme de cette série de phénomènes. Les organes se trouvant être déjà solidaires lorsque, par la continuité des causes qui amènent cette accommodation harmonique, ils arrivent à être aptes à manifester leurs propriétés spéciales, l'arrangement qui convient à l'accomplissement d'un but déterminé se trouve obtenu.

Ce tableau général de l'existence des cellules était un guide indispensable à donner pour éviter de se perdre au milieu des détails sans nombre et souvent remarquables qu'il faut exposer actuellement; ces descriptions devront naturellement conduire plus d'une fois à recourir aux faits dominants qui viennent d'être indiqués.

CHAPITRE III

DE L'ÉTAT D'ORGANISATION EN GÉNÉRAL ET DE CELUI DES CELLULES EN PARTICULIER

Les faits qui viennent d'être exposés prouvent que dans ces études il faut toujours avoir devant les yeux qu'au delà de l'état cellulaire il y a l'état d'organisation; il y a les états relatifs à la structure intime, acquis durant l'évolution et à la désignation desquels le mot cellule ne suffit pas, puisqu'il n'implique pas les états de fibre, de tube, états qui sont tout aussi réels que l'état dit cellulaire.

Ce qu'on appelle *état d'organisation* est autre chose qu'une simple disposition physique ou mécanique d'entrecroisement, avec arrangement réciproque déterminé de parties ayant une configuration fibrillaire, corpusculaire, etc. Pour le connaître, il faut remonter jusqu'à l'étude de la composition en principes immédiats dans telles et telles proportions de la substance même configurée en noyaux, cellules, fibres, tubes, etc. (Voy. CH. ROBIN, *Journal de la physiologie*. Paris, 1862, in-8°, p. 504, et *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1867, in-8°, préface, p. XVIII.)

Or, ce que présentent de fondamental toutes ces parties, quelle qu'en soit la diversité formelle, consiste en l'union mo-

léculaire en proportions différentes de principes immédiats, tant coagulables que cristallisables, d'origine organique et d'origine minérale, associés ainsi en un tout de petites dimensions temporairement indissoluble bien que d'une faible stabilité, chimiquement parlant.

Ainsi, pour connaître ce qu'il y a de fondamental dans l'état de la matière appelé *organisation*, il faut remonter au delà de ce qui est simplement physique et mécanique. Il faut aller jusqu'à l'étude d'un certain mode d'association moléculaire que l'observation et l'analyse conduisent seuls à déterminer. Il ne suffit même pas d'aller seulement jusqu'à l'examen de l'état que présentent chimiquement, quant à leur composition élémentaire, etc., les sels, les alcaloïdes et autres composés cristallisables et surtout coagulables. Il faut se préoccuper encore des proportions dans lesquelles a lieu l'association moléculaire de ces principes et de son degré de fixité dans chaque espèce des parties élémentaires de la substance organisée. Souvent enfin ces principes ont passé par un *état antérieur* de combinaison, dont il faut aussi toujours tenir compte, puisque les corps simples et les corps composés offrent des aptitudes diverses à se combiner avec d'autres, selon qu'ils sortent de telle ou telle des combinaisons chimiques qu'ils forment.

Ce qu'il y a d'essentiel, de fondamental dans l'état d'organisation, comme on le voit, ne se constate pas directement par la vue, même aidée de l'usage des instruments grossissants; ce côté capital des études biologiques exige l'emploi, devenu familier, des connaissances chimiques et des moyens d'analyse de même ordre que ceux dont use la chimie.

C'est là seulement que se trouvent les différences réelles et essentielles qui existent entre la matière composant les corps à l'état inorganique et celle des êtres qui végètent, se meuvent et pensent. Elles se trouvent entre ce que nous montre l'examen anatomique proprement dit, fait à l'aide du microscope et dans l'intimité même de ce qu'il nous décèle de plus délicat d'une part, et de l'autre ce que nous enseigne la chimie analytique ou synthétique des corps cristallisables ou volatils sans décomposition. C'est elle qui, dans l'étude de cet état si remarquable de la matière, nous sert d'instrument fondamental; ce sont les

moyens et les méthodes qu'elle nous fournit, qui nous mettront à portée de combler plus d'une lacune existant encore dans l'ensemble des données que nous possédons à cet égard. Telles sont en particulier celles qui concernent la nature et les fonctions chimiques des composés coagulables ou non cristallisables qui, de tous, sont ceux qui l'emportent dans tout organisme quant à la masse; celles qui ont rapport à leur manière de fixer l'eau, aux changements intimes qu'elles éprouvent dans les conditions qui amènent leur coagulation ou leur liquéfaction, leur destruction par putréfaction, etc., à leurs différences spécifiques sous ces divers rapports d'un élément anatomique à l'autre, comme des globules rouges du sang aux globules blancs, de ceux-ci avec épithéliums, aux fibres élastiques, musculaires, aux cellules nerveuses, etc.

Quoi qu'il en soit, tant que dans l'étude de l'organisation on se tient à ce que la notion de l'état de la matière ainsi désigné offre à la fois de plus général, de plus essentiel et de caractéristique, il n'y a rien dans l'économie qui puisse la faire comparer à une machine. Sous ce rapport, rien de plus faux que cette comparaison de la part de ceux qui, la reproduisant comme indiquant le plus haut degré auquel s'élèvent nos connaissances touchant la constitution des corps vivants, ne sauraient davantage mettre en relief l'état rudimentaire de leurs notions biologiques.

Ce n'est que lorsqu'on arrive à l'examen de l'arrangement réciproque des parties formées de cette matière ainsi organisée, que l'on rencontre des dispositions de plus en plus nombreuses des divers ordres : l'ordre géométrique, statique et dynamique que nous reproduisons dans nos machines. Ainsi, indépendamment des différences qu'il y a entre la manière dont s'établit la liaison mutuelle statique et dynamique des parties dans ces dernières et dans l'économie animale et végétale, on voit qu'il faut se garder de considérer les mots d'*organisme* et de *mécanisme* comme synonymes.

Suivant la remarque d'Aug. Comte, l'idée de vie suppose constamment la corrélation nécessaire de deux éléments indispensables, un organisme et un milieu, ou ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque compatibles

avec l'existence du premier. Or, il est des organismes qui peuvent, temporairement au moins, ne pas présenter de degré d'organisation plus élevé que celui-là. Tel est l'ovule par exemple, surtout pendant la période assez longue qui sépare le moment de la rupture spontanée de la vésicule germinative de celui de la genèse du noyau vitellin aussitôt avant la segmentation. Pendant cette période il n'est formé que de la membrane vitelline, enveloppe entièrement homogène, restant dépourvue de structure, et du vitellus qui est exclusivement le siège des phénomènes auxquels il est fait allusion. Or, ce vitellus, d'un diamètre qui varie entre quelques centièmes de millimètre et plus d'un millimètre, comme chez divers batraciens et poissons, *volume* déjà considérable pour ce qui est en voie incessante de rénovation moléculaire, etc., n'est constitué que par une substance hyaline, parsemée de granulations et de gouttes graisseuses et autres, toutes homogènes prises individuellement, c'est-à-dire sans *structure* spéciale ni arrangement réciproque ou *texture* déterminés.

Rien pourtant n'est plus frappant et ne rend mieux évident que ce corps est organisé, que l'ensemble des modifications observées durant la période indiquée plus haut, et consistant d'une part en changements incessants de forme de la masse *homogène* fondamentale du vitellus, en modifications du volume, de la forme, et en changements de place avec groupements particuliers de ses granules et gouttelettes; sans parler de la genèse du noyau vitellin au centre de la masse, consécutivement à ces phénomènes qui décèlent à nos sens d'une manière généralement tangible et saisissante, des actes vitaux de nutrition, d'évolution, puis finalement de reproduction en ce qui touche particulièrement la formation des globules polaires, et de genèse en ce qui regarde le noyau vitellin qui vient d'être cité.

Or, des changements de même ordre, bien que moins manifestes, ont lieu d'une manière incessante dans l'intérieur de toute partie élémentaire formée de substance organisée; ils sont même la condition essentielle de la progression évolutive et de a longue durée individuelle de l'existence de chaque organisme.

Dans une machine, au contraire, ce qui importe le plus, c'est que ces changements moléculaires dans l'intimité de chaque partie directement active ne s'opèrent pas; c'est que chacune de celles-ci reste en équilibre, fixe moléculairement, sans évolution par conséquent. Si ces modifications surviennent, elles font cesser les conditions essentielles de l'existence et du fonctionnement de la machine, tandis que cette rénovation moléculaire et les changements corrélatifs sont les circonstances même qui font que l'état d'organisation se maintient plus longtemps pour bien des êtres vivants que ne durent généralement les machines que nous construisons; de telle sorte que ce qui est la condition de l'accomplissement des actes essentiels des premiers est la cause de la cessation de ceux des derniers.

L'idée de vie et celle d'organisation sont donc inséparables, l'une et l'autre coexistent inévitablement au moins dans ce que celle-là a de plus simple, tant que cette organisation conserve encore au moins ce qu'elle a de fondamental dans chaque cellule, et à plus forte raison si elle reste avec tous ses divers degrés et demeure en conflit avec un milieu compatible avec sa persistance. Car, on le sait, la séparation rationnelle entre le point de vue anatomique ou relatif aux idées d'organisation et le point de vue physiologique, proprement dit, directement propre aux notions de vie, est une décomposition logique purement artificielle tant que les choses restent ainsi; elle ne devient réelle qu'autant que le premier des divers degrés de l'organisation est détruit, soit directement, soit au contraire indirectement par altération des milieux ambiants, tant *extérieurs* qu'*intérieurs*, tels que le sang auquel chaque cellule emprunte les principes immédiats qu'elle s'assimile et dans lequel elle rejette ceux qu'elle désassimile.

Ce qu'il y a de caractéristique dans l'état d'organisation est donc représenté par un fait d'équilibre instable des molécules des principes ainsi associés; par cet état d'oscillations incessantes, plus ou moins grandes et plus ou moins rapides, que les cellules présentent d'une espèce à l'autre; oscillations corrélatives à la constitution propre de celles-ci, et aux conditions de milieu dans lesquelles se trouvent les éléments. Mais quel que

soit le peu de stabilité de cet état, quelle que soit la facile altérabilité de la substance des cellules, sa durée se prolonge pendant un temps relativement long, en raison même du renouvellement moléculaire des principes ainsi faiblement unis les uns aux autres.

Sur les divers degrés de l'état d'organisation. — L'état d'association moléculaire dont il vient d'être question constitue le *premier degré d'organisation*, celui qui est le plus simple, le plus élémentaire; car la matière qui le présente dans chaque organisme n'est pas une et homogène; elle est au contraire disposée en parties distinctes, diverses par leurs formes, leurs dimensions, leurs caractères physiques et chimiques des arrangements réciproques de plus en plus complexes. Or, comme ces divers attributs ne se trouvent sur aucune autre matière que celle qui présente l'état précédent, ils constituent autant de degré d'organisation, tous saisissables par la vue, au moins quand elle est aidée de l'emploi des moyens grossissants.

Les divers degrés d'organisation sont par conséquent d'une détermination de plus en plus facile, à compter du deuxième, bien qu'ils soient de plus en plus complexes.

Le *deuxième des degrés de l'organisation* consiste en ce fait, que chacune des cellules ou autres parties élémentaires de volume et de forme déterminés que compose la substance organisée, est construite de particules de celles-ci, qui sont distinctes les unes des autres par leur consistance, leur couleur, leurs réactions chimiques; tels sont le noyau des cellules, leurs granulations, etc., plongés suivant une disposition constante pour chaque espèce dans la masse principale ou corps de celles-ci. C'est cette construction qui reçoit le nom de *structure* dans l'étude de chaque élément; car il n'est qu'un très-petit nombre des espèces d'éléments qui soient homogènes, c'est-à-dire sans structure, et réduits en fait d'organisation aux caractères qui constituent le premier degré de celle-ci.

A compter du caractère de structure que nous présentent la plupart des éléments anatomiques, ce ne sont plus, à proprement parler, des parties nouvelles ni des caractères nouveaux d'ordre organique qu'on observe dans l'économie, mais seule-

ment des dispositions ou arrangements nouveaux de ces parties élémentaires amorphes ou figurées. C'est ainsi que les *tissus* ont d'abord les caractères d'ordre organique qui précèdent, savoir : d'être formés de matière organisée et d'avoir une structure, c'est-à-dire d'être construits de parties diverses, distinctes, isolables, qui sont une ou plusieurs espèces de cellules ou autres éléments anatomiques réunis d'une manière particulière. Mais, en outre, ils s'élèvent d'un degré de plus dans l'ordre hiérarchique de l'organisation, ils ont un attribut qui leur est propre, consistant en un *arrangement réciproque* déterminé d'éléments multiples d'une ou de plusieurs espèces; arrangement appelé *texture* et distinct de l'une à l'autre des parties complexes ainsi formées selon leur constitution élémentaire, parties appelées *tissus*. Ce qui caractérise ces derniers, c'est conséquemment leur composition complexe, par des parties intégralement séparables, en raison de leur association mécanique par simple contiguïté immédiate, et non plus par union molécule à molécule, comme dans le cas de l'association des principes immédiats composant la substance même de ces éléments diversement configurés et diversement arrangés.

Quant aux autres degrés de l'organisation, ils se rapportent successivement : 1° à la conformation générale des tissus subdivisés en parties similaires constituant les *systèmes organiques*; 2° à la *conformation spéciale des organes*; 3° à la *composition des appareils* par des organes divers avec solidarité, par continuité médiante ou immédiate; et 4° enfin à la réunion des appareils reliés par les systèmes nerveux et vasculaires en un tout, dit *économie* ou *organisme* de conformation spéciale.

Tous ces degrés de l'organisation, à compter du deuxième ou de structure, sont d'autant plus aisés à déterminer et caractérisent une organisation d'autant plus élevée qu'ils sont réunis en plus grand nombre sur quelque être vivant ou ayant vécu.

Le premier des degrés d'organisation est le plus simple, le plus général, le plus indépendant des autres, qui tous au contraire lui sont subordonnés; et il suffit qu'il existe pour qu'on puisse dire qu'il y a organisation, que la substance est orga-

nisée. Toute rudimentaire que soit cette organisation, c'est assez pour que, se trouvant dans un milieu convenable, la cellule qui la présente manifeste au moins les actes d'assimilation et de désassimilation, dits de rénovation moléculaire nutritive; ce qui est vivre, déjà ou encore, selon qu'on prend le corps lors de son apparition ou à la dernière période de son existence.

Mais ce premier degré d'organisation est de beaucoup le plus variable, le plus instable, le moins permanent; dès qu'il est détruit, tous les actes d'ordre organique cessent, ce qui caractérise l'état de mort, et tant qu'il ne l'est pas encore, l'un au moins d'entre ces derniers, la nutrition, persiste, alors que les manifestations des autres sont déjà nulles et devenues impossibles.

Tant qu'il persiste, la manifestation des propriétés, même les plus complexes, comme la contractilité et la névrité, peuvent réapparaître, alors qu'elles ont cessé, comme, par exemple, si l'on injecte ou laisse revenir du sang dans le cerveau ou dans les muscles après suppression de son afflux. Dès, au contraire, que cet état moléculaire est détruit, ces propriétés, non plus que les moins élevées dans l'ordre de leur complexité, telle que la rénovation moléculaire nutritive, ne réapparaissent jamais; la mort est définitive, lors même que les conditions de milieu intérieur sont rétablies et que les autres degrés, plus physiques ou mécaniques que moléculaires, persistent encore.

Ces données sont de celles sur lesquelles il importe d'insister, car on ne saurait croire combien est grand le nombre de ceux qui, même parmi les médecins, faute de s'être pénétrés de ces notions biologiques fondamentales, ne savent se rendre compte des différences offertes par les tissus pendant la vie et après la mort, qu'en demandant à leur esprit la conception d'un principe inéluctable antérieur et supérieur à l'autonomie de la vie, qui, en s'échappant de l'être vivant, en fait un cadavre.

Selon eux, c'est lui qui par le fer rouge, etc., est chassé, ce qui du tissu vivant fait une partie frappée de mort. C'est lui et non la rénovation moléculaire nutritive, corrélatrice à l'état d'organisation avec les actes d'évolution et de génération qui

lui sont subordonnés, qui amène le gonflement du tissu non désorganisé ambiant, la séparation de la portion qui se gonfle et se renouvelle d'avec celle qui est réduite à l'état de corps brut ou d'eschare, des liquides qui la repoussent et l'éliminent, la genèse des éléments qui régénèrent un nouveau tissu remplaçant tant bien que mal la perte de celui qui a été désorganisé et détaché.

Et ce fait que l'état d'association moléculaire dont il a été question est bien réellement caractéristique de l'état dit d'organisation, et que c'est jusque-là qu'il faut remonter pour savoir ce qu'est ce dernier, se prouve encore ici par cet autre, que la cessation des propriétés d'ordre organique coïncide avec des changements d'état moléculaire saisissables au sein des éléments anatomiques; tels sont, par exemple, le passage à l'état grenu de la substance des cellules épithéliales, coexistant avec la cessation des mouvements des cils vibratiles, etc., et tant d'autres exemples connus des anatomistes se manifestant avant que change la forme.

Rien donc de plus faux que de dire que dans la forme gît ce qu'offre d'essentiel l'organisation, et que hors de la forme dite de *cellule* ou autre, il n'y a pas de vie.

Moins stable que les autres degrés de l'état d'organisation, quand celui-ci disparaît, avec lui disparaissent toutes les manifestations dites d'ordre organique ou vital, sans que ces autres degrés soient détruits en même temps. Ainsi, alors que l'état fondamental et le plus essentiel à l'activité de la matière organisée a disparu, par des modifications moléculaires de dédoublements, de combinaisons ou simplement isomériques de coagulation, et précédant de plus ou moins longtemps la putréfaction (mais ne permettant plus la nutrition), les autres degrés plus stables laissent reconnaître que l'organisme a vécu. La forme et la *structure* propre aux éléments ou au moins la *texture* dans les tissus sont conservées, et en raison de ce que ces deux caractères n'existent jamais sans que le premier ait été, ils viennent dévoiler qu'un être a vécu, alors qu'il ne vit plus et n'est plus susceptible de vivre.

En raison de ce que la matière organisée offre de fondamental et d'ordre moléculaire, très-modifiable, en état d'équi-

libre instable, cette matière, toujours disposée en particules ou éléments microscopiques, conserve encore, après la perte de cet état, les autres caractères de l'organisation qui sont les plus manifestes, tels que ceux de figure, de structure propre et de texture par juxtaposition cellulaire, par intrication fibrillaire, etc., de ces parties élémentaires diverses. Aussi ces degrés les plus permanents, les plus aisés à saisir, ont-ils été regardés et sont même encore considérés par bien des personnes comme étant les attributs caractéristiques et essentiels de l'état d'organisation.

Cette croyance a longtemps empêché de remonter jusqu'à la recherche des attributs qui dominent les précédents, et qui, dans les cellules, rendent possible leur rénovation moléculaire continue; de remonter jusqu'à l'examen de ce qui donne une durée longue relativement, à une substance de composition instable, et représente ce qu'il y a de vraiment fondamental dans l'organisation.

D'autre part, il est constaté expérimentalement que les changements qui rendent impossible cette rénovation nutritive, et par suite tous les actes vitaux qui lui sont subordonnés, consistent d'abord en phénomènes de coagulation et autres modifications isomériques des principes immédiats prédominant dans la substance de chaque élément, puis en dédoublements chimiques, conduisant à la putréfaction, sans qu'au début la proportion de ces principes soit changée d'une manière appréciable, et sans que les autres degrés d'organisation plus stables aient été détruits. Il résulte de ces faits que la nature d'un corps peut être déterminée en tant que substance organisée à l'aide de ces caractères qui persistent presque aussi nettement quand il a vécu et cessé de vivre que pendant la durée de sa vie nutritive et animale. Sous ce rapport, cette série de données est capitale; elle doit être nécessairement spécifiée dans toute définition de la substance organisée en général, de l'organisme en particulier; car bien que la qualification d'organisé ne soit pleinement applicable à un corps autant que persiste l'état spécial d'association moléculaire dont il a si souvent été question, nul ne présente quoi que ce soit d'analogue à ce qui vient d'être rappelé plus haut,

s'il n'a d'abord possédé cet état, et nul corps brut surtout ne l'offre. Nul de ces derniers ne conserve ainsi ses caractères les plus tranchés, les plus stables, alors que le plus essentiel (qui dans les êtres organisés est le plus instable) a disparu, et avec lui toutes les propriétés immanentes à cette substance.

Cette double disparition caractérise en réalité ce que les animistes appelaient la *rupture des liens unissant l'âme avec le corps*, la séparation entre le principe vital et l'organisme, la cessation de la vie des éléments, des tissus, etc., et n'est autre que l'évanescence corrélatrice à celle du caractère précédent, de modes d'activité de la matière que l'on n'observe nulle part hors d'une substance douée d'organisation et jamais sans l'existence de ce caractère.

Dans l'étude des actes d'ordre organique, quels qu'ils soient, il faut, comme on le voit, tenir compte des divers degrés de l'état d'organisation, formant tout un ensemble de conditions d'accomplissement des actes qui se commandent de l'une à l'autre. Ce sont là des conditions intrinsèques, c'est-à-dire relatives aux facteurs mêmes de ces actes, auxquelles, d'autre part, correspond toute une série de conditions extrinsèques ou de *milieu*, tant extérieur, c'est-à-dire relatives à l'atmosphère et aux aliments, qu'intérieur (1) ou se rapportant au sang et autres humeurs. Dans l'étude des questions physiologiques, dans celle des plus complexes surtout, nul n'est libre de s'exempter de les prendre en considération, non-seulement en ce qui touche leur coexistence à chaque moment donné, mais encore en ce qui regarde l'ordre de leur succession dans l'espace et dans le temps, puisque ces conditions changent chaque fois qu'un acte s'accomplit, d'une manière assez prononcée pour que le premier effectué influe sur la modalité du suivant.

(1) Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, in-8, t. I, p. 14.

DEUXIÈME PARTIE

ANATOMIE DES CELLULES

Avant de décrire les cellules, il faut voir quand et comment se sont introduits en anatomie les dénominations de *cellule* et de *noyau*. Plus loin, nous dirons comment se sont introduites les notions physiologiques qu'entraîne avec elle la connaissance de l'existence et des caractères de ces parties constituantes élémentaires, végétales et animales.

Les cellules des plantes étaient connues de Grew (1682), sous le nom de *vesicules*; de Malpighi, sous celui d'*utriculi*, *vasa utriculiformia* (1686); de Leeuwenhoeck (1), sous celui de *vesiculæ*, *membranulæ*, *corticulæ*. Ces divers noms furent acceptés par leurs successeurs jusqu'à De Mirbel, qui adopta le nom de *cellules* (1800 et 1802, 1806 et 1808), considéra celles-ci comme non isolables, formant un tissu continu, par suite de la communauté des cloisons interposées à elles, et montra qu'elles ne sont pas reliées entre elles par des fibres, mais que les vaisseaux et les fibres des plantes sont des *modifications des cellules*. Il appelle ces parties des plantes des *organes élémentaires*, et les divise en deux groupes, les *vaisseaux* et les *cellules*. Les expressions d'*utricule* et de *cellule* sont celles qui ont été adoptées depuis De Mirbel et ses contemporains (Sprengel, 1802; Bernhardt, 1805; Treviranus, 1806; Karl Rudolphi, 1807, etc., etc.).

Fontana (2) donne le nom de *vesicules* aux cellules adipeuses et épithéliales et Jones (3) celui de *lamelles* ou de *cellules hexagones* aux cellules du tapis choroidien. Purkinje et Raschkow (4) nomment *cellules pourvues de noyau (nucleus)* les cellules de l'épithélium buccal. Enfin l'expression

(1) Leeuwenhoeck, *Opera omnia*, t. IV, 1719, in-4, p. 179, 243, etc.

(2) Fontana, *Traité sur le venin de la vipère*. Florence, 1781, in-4, 4^e part., p. 254, 255, 257.

(3) Jones, *The Edinburgh medical and surgical Journal*, 1835, n^o 116.

(4) Dans Raschkow, *M-letemata circa mammalium dentium evolutionem*, 1835, in-4, § 12.