

des fonctions différentes et tendent à demeurer distincts; et peut-être leur position finale est-elle déterminée par l'équilibre de ces deux tendances contraires. Toutefois le fait s'explique d'une façon plus probable par la résistance des organes intermédiaires, qui s'opposent à un rapprochement plus complet. Car, pour permettre aux orbites des yeux de devenir plus voisines, les fosses nasales devraient diminuer de volume; or celles-ci n'ont sans doute pas une grandeur supérieure à ce qu'exige leur activité fonctionnelle, et, pour cette raison, elles ne peuvent diminuer. De même, quand on suit les organes de l'odorat à travers les espèces, depuis les poissons ¹, les reptiles, les mammifères ongulés et onguiculés, jusqu'à l'homme, on s'aperçoit qu'ils tendent sensiblement à se rapprocher de la ligne médiane; et quand on compare le sauvage avec l'homme civilisé, l'enfant avec l'adulte, on voit que le rapprochement des narines est plus complet chez les individus les plus parfaits de l'espèce. Seulement, comme la cloison qui les sépare a pour fonction d'abord de servir de surface d'évaporation aux larmes sécrétées, puis d'offrir une place pour s'étendre à un nerf auxiliaire des nerfs de l'odorat, elle ne disparaît pas entièrement. Néanmoins ces exemples et d'autres semblables ne sont point contraires à l'hypothèse. Tout ce qu'ils prouvent, c'est que la tendance en question a parfois à lutter contre d'autres. Sous cette réserve, nous pouvons dire que, si les parties se différencient d'après leurs fonctions différentes, il y a de même

1. Il faut faire exception, peut-être, pour les poissons myxinoïdes, chez qui l'organe que l'on regarde comme l'orifice nasal est unique et situé sur la ligne médiane. Mais, à voir combien la position de cet orifice est extraordinaire, on se demande s'il correspond vraiment à nos narines.

un lien entre l'intégration des parties et l'identité des fonctions.

La loi générale du développement de tous les organismes par une série combinée de différenciations et d'intégrations rappelle une autre vérité générale, que les physiologistes ne paraissent pas avoir reconnue. Quand on considère l'ensemble du monde organique, en remontant des formes inférieures aux plus hautes, on voit qu'elles vont révélant non-seulement des différences plus marquées entre leurs parties, mais une distinction plus tranchée entre elles-mêmes et le milieu environnant. On peut se placer à divers points de vue pour examiner cette vérité.

D'abord, elle se montre dans la *structure* des êtres. Un individu ne peut passer de l'état homogène à l'hétérogène, sans se distinguer de plus en plus nettement du règne inorganique. Chez les *protozoaires* inférieurs, ainsi dans cette simple tache gélatineuse, le *protogène*, l'homogénéité est comparable à celle de l'eau ou de la terre; et l'accroissement dans la complexité des structures, qu'on remarque à travers l'échelle des êtres organisés, est aussi un accroissement dans le contraste qu'elles offrent avec le milieu alentour dépourvu de structure.

De même en est-il pour la *forme*. Un caractère universel de toute matière non organisée est l'absence de forme définie; et, quand on compare les organismes inférieurs aux supérieurs, on y trouve la même différence. A parler en gros, les plantes sont, en grandeur et en forme, moins déterminées que les animaux : sous l'influence de leur situation et de leur nourriture,

elles varient entre des limites moins resserrées. Parmi les animaux, les *annelés* ne sont pas seulement dépourvus de structure, mais amorphes : jamais ils n'ont une forme spécifique, et celle qu'ils ont change sans cesse. Quant aux organismes que produisent par leur réunion les êtres semblables aux annelés, si quelques-uns, comme les foraminifères, arrivent à une certaine détermination au moins de la forme de leurs coquilles, d'autres, comme les éponges, sont fort irréguliers. Parmi les zoophytes et les *polyzoaires*, nous trouvons des organismes composés, dont la plupart n'ont pas un mode de croissance plus déterminé que les végétaux. Chez les espèces supérieures, au contraire, ce n'est pas seulement la forme de l'adulte qui est nettement définie : les individus de chaque espèce diffèrent fort peu, même pour la grosseur.

Même contraste croissant en ce qui concerne la composition chimique. A peu d'exceptions près (encore sont-elles incomplètes), les espèces animales et végétales vivent dans l'eau : et l'eau est presque l'unique élément dont elles sont faites. Desséchez un *protophyte* ou un protozoaire : il se raccornit, se réduit à un peu de poussière ; dans un acalèphe, la proportion de la matière solide à l'eau est de quelques grains par livre ¹. Les plantes aquatiques supérieures, semblables en cela aux animaux aquatiques supérieurs, sont d'une substance bien plus tenace, et les éléments organiques y sont en proportion plus grande : ainsi, chimiquement, elles diffèrent davantage de leur milieu. Et si nous passons aux genres supérieurs, aux végétaux et animaux terrestres, ils ont bien peu de ressemblance, aux

1. Quelques décigrammes par kilogramme. (TR.)

yeux du chimiste, avec la terre sur laquelle ils reposent et l'air qui les entoure.

Même remarque pour la *densité spécifique*. Les êtres les plus simples, aussi bien que les spores et gemmules des espèces plus relevées, ont à peu près la densité même de l'eau où ils flottent ; et quant aux êtres aquatiques, si l'on ne peut dire qu'une densité plus grande soit le signe d'une supériorité de tout l'organisme, on peut pourtant fort bien le soutenir, ceux des ordres supérieurs, une fois dépouillés des appareils à l'aide desquels ils règlent leur poids spécifique, diffèrent plus de l'eau en densité que ceux des ordres inférieurs. Chez les organismes terrestres, le contraste devient tout à fait net. Les arbres et les plantes, comme les insectes, les reptiles, les mammifères, les oiseaux, ont tous une densité bien moindre que celle de la terre et bien plus grande que celle de l'air.

S'agit-il de la *température*, la même loi se maintient encore. Les plantes ne dégagent qu'une quantité très-faible de chaleur : pour la révéler, il faut des expériences fort délicates ; et on peut les regarder comme ayant sensiblement une température égale à celle du milieu ambiant. La température des animaux aquatiques dépasse de peu celle de l'eau où ils se trouvent ; celle des invertébrés ne s'élève pas pour la plupart à un degré au-dessus ; celle des poissons ne va pas à plus de deux ou trois degrés au-dessus, si l'on excepte certains grands poissons à sang rouge, comme le thon, pour qui l'excès va à près de dix degrés. Quant aux insectes, la différence en plus, par rapport à l'air, varie de deux à dix degrés, selon l'activité de l'espèce. La chaleur des reptiles dépasse celle du milieu de quatre à

quinze degrés. Mais les mammifères et les oiseaux gardent une température sur laquelle les variations extérieures n'ont presque pas d'effet et qui souvent dépasse celle de l'air de soixante-dix, quatre-vingt, quatre-vingt-dix et même cent degrés ¹.

Un progrès analogue dans les différences se remarque en ce qui concerne la *motilité*. La caractéristique spéciale de la matière brute à nos yeux est son inertie : la production d'un mouvement propre, voilà pour nous le signe le plus général de la vie. Négligeons toute cette province frontière qui s'étend entre le règne animal et le végétal ; on peut définir en gros les plantes, des organismes capables de cette mobilité particulière que suppose la croissance, et d'autre part incapables de locomotion, et de plus, à part quelques exceptions sans importance, incapables d'imprimer à une de leurs parties un mouvement par rapport aux autres ; par là, elles se distinguent moins bien du monde inorganique que les animaux. Si les *protophytes* et les *protozoaires* vivant dans l'eau, spores d'algues, gemmules d'éponges infusoires, en général, se transportent à l'aide de mouvements ciliaires, ce transport rapide, eu égard à leur taille, est lent, à le considérer absolument. Parmi les *célestérés*, beaucoup sont ou attachés à une racine permanente, ou d'ordinaire fixes en place ; ainsi, à peine ont-ils une autre mobilité que celle de leurs parties à l'égard les unes des autres ; et quant aux autres, dont le poisson-gelée commun nous offre le type, ils n'ont pour la plupart guère de talent à se transporter dans l'eau. Parmi les *invertébrés* supérieurs, par exemple les seiches et les homards, la faculté locomotrice est énergique ; et

1. Fahrenheit, c'est-à-dire de 40° à 55° centigrades.

(TR.)

les *vertébrés* aquatiques sont, à prendre la classe d'ensemble, bien plus vifs dans leurs mouvements que les autres habitants de l'eau. Mais il faut arriver aux animaux qui respirent l'air pour voir à son plus haut point ce caractère biologique de la motilité. Les insectes qui volent, les mammifères, les oiseaux, voyagent avec une vitesse qui dépasse considérablement celle où parviennent les animaux des classes inférieures, et par là ils tranchent plus fortement sur leur entourage inerte.

Ainsi, quand on suit l'échelle ascendante des diverses formes organisées, on les voit de plus en plus se distinguer de leur milieu inanimé pour la *structure*, la *forme*, la *composition chimique*, la *densité*, la *température*, la *motilité*. Sans doute cette affirmation générale ne se vérifie pas avec une parfaite régularité. Tel organisme, qui tranche fortement sur le monde inorganique environnant à certains égards, s'en distingue moins bien en d'autres sens. Classe pour classe, les mammifères sont au-dessus des oiseaux ; pourtant ils ont une température moindre et des facultés locomotrices inférieures. L'huître, qui reste en place, est d'un ordre plus élevé que la méduse, qui nage librement ; et la morue, avec son sang froid et sa structure moins hétérogène, a des mouvements plus vifs que le paresseux, malgré son sang chaud et sa structure plus hétérogène. Mais, quand les diverses formes de ce contraste progressif ne garderaient pas toujours entre elles un rapport constant, cela ne porte pas atteinte à la vérité générale que j'ai énoncée. A prendre l'ensemble des faits, on ne peut le nier : dans l'échelle hiérarchique des organismes, chaque degré est marqué par une distinction croissante des parties, et aussi par un contraste

croissant entre l'être et le milieu et qui se manifeste également à l'égard d'autres qualités physiques. Il semblerait qu'entre ce fait spécial et les plus hautes manifestations de la vie il y ait quelque lien nécessaire. Prenez l'un de ces êtres gélatineux, humbles, si transparents et si incolores, qu'on a de la peine à les distinguer de l'eau où ils flottent : il ne ressemble pas davantage à son milieu par les propriétés chimiques, mécaniques, optiques, thermiques et autres, qu'il ne lui ressemble par l'inertie qu'il met à se soumettre à toutes les forces qui l'atteignent ; et de son côté le mammifère ne diffère pas plus de son milieu par ces propriétés, qu'il ne s'en distingue par sa vivacité à répondre aux changements ambiants à l'aide de changements intérieurs compensatoires. De l'un à l'autre extrême, les deux espèces de contraste demeurent en rapport constant. D'où cette conclusion : tant qu'un organisme est physiquement semblable à son milieu, il se borne à participer avec passivité aux changements produits dans ce milieu ; à mesure qu'il acquiert le pouvoir de réagir contre ces changements, il se montre plus différent de son milieu.

Jusqu'ici, fidèle à l'usage établi, j'ai traité mon sujet par l'induction ; mais, sur ce point de la biologie et en beaucoup d'autres, on peut aller fort loin avec la méthode déductive. Les vérités d'ensemble dont se compose aujourd'hui la physiologie tant générale que spéciale ont été atteintes *a posteriori* ; mais aujourd'hui nous possédons certaines données premières, d'où nous pouvons partir pour suivre notre voie par la méthode *a priori*, jusqu'à rejoindre certaines vérités déjà dé-

couvertes à l'aide de l'observation et de l'expérience, et même jusqu'à en trouver d'autres. Est-il possible d'arriver ainsi à des conclusions *a priori* ? C'est ce qu'on va reconnaître en considérant quelques exemples familiers.

Une condition nécessaire de l'activité vitale chez les animaux, c'est, les physiologistes et les chimistes l'ont montré, l'oxydation des tissus. L'oxygène requis à cet effet est emprunté au milieu ambiant qui est l'air ou l'eau, selon le cas. Si l'animal dont il s'agit est un petit protozoaire, il suffit que sa surface extérieure soit en contact avec le milieu oxygéné, et l'oxydation voulue sera assurée ; mais, pour un animal de grande taille, chez qui la surface de contact est peu étendue eu égard à la masse, on n'aura par là qu'une faible oxydation. Donc, de deux choses l'une : ou bien cet être volumineux ne recevra d'oxygène que ce qu'en absorbera son tégument, et alors il n'aura qu'une activité vitale médiocre ; ou bien, si la vie est intense en lui, c'est qu'il offrira une surface spéciale, ramifiée et étendue, interne ou externe, et par où se fera une aération suffisante, en un mot un appareil respiratoire. Autrement dit, on peut *a priori* prédire que tout animal actif et d'un volume notable aura des poumons, ou des branchies, ou quelque organe équivalent.

De même pour l'alimentation. Il y a des *entozoaires* qui vivent dans l'intérieur des animaux et qui, baignés sans cesse par des fluides nutritifs, en absorbent à leur suffisance par leurs organes externes ; aussi n'ont-ils pas besoin d'estomac et n'en possèdent-ils pas. Mais tous les autres animaux habitent des milieux qui ne sont pas par eux-mêmes nutritifs et

qui contiennent seulement des masses d'aliments éparses çà et là : il leur faut donc des instruments pour utiliser ces masses d'aliments. Or il ne suffirait évidemment pas d'un simple contact entre un organisme solide et un aliment solide pour produire l'assimilation de ce dernier en un temps raisonnable, ni peut-être même en un temps quelconque. Pour atteindre ce résultat, il faut d'abord un agent qui dissolve ou macère l'aliment, puis une surface développée, propre à recevoir et à boire les produits de la dissolution ; en d'autres termes, il faut une cavité digestive. Ainsi, étant données les conditions ordinaires de la vie animale, on peut en déduire que tout animal vivant dans ces conditions aura un estomac.

Poursuivons notre raisonnement : nous pouvons prévoir qu'il existera chez tout animal d'une taille et d'une vivacité notable, ou un système vasculaire, ou un équivalent. Chez un animal en somme petit et inerte, tel que l'hydre, dont le corps n'est guère qu'un sac avec une double surface limitante, une couche de cellules au dehors pour former la peau, et une au dedans, qui est chargée de l'assimilation, il n'est pas besoin d'un appareil spécial pour distribuer à travers l'organisme la nourriture absorbée : car, ici, qu'est-ce que l'organisme ? Une enveloppe qui enferme la nourriture, presque rien de plus. Mais quand un animal a un volume notable ou une activité telle qu'il dépense et exige beaucoup, ou quand il a les deux, il est clair qu'il lui faut un système de vaisseaux sanguins. Ce n'est pas assez de surfaces d'aération et d'assimilation d'une étendue convenable : car, faute de moyens de transport, les éléments ainsi absorbés ne profiteraient que peu ou pas du tout à l'ensemble du système.

Il faut donc, évidemment, des voies de communication. Chez les *méduses*, nous voyons que ces voies de communication consistent simplement en des canaux qui viennent s'embrancher sur l'estomac et rayonnent de là à travers le corps, celui-ci étant discoïde ; et nous sommes avertis par là, *a priori*, que ces êtres sont relativement inertes, car la nourriture, dont une partie est ainsi distribuée dans l'organisme, est crue et diluée, et on ne voit pas d'appareil convenable pour la maintenir en mouvement. Au contraire, en face d'un animal d'une grandeur notable, qui montre une grande vivacité, on peut *a priori* dire qu'il est pourvu d'un appareil destiné à fournir incessamment à chaque organe de la nourriture concentrée et de l'oxygène, c'est-à-dire d'un système vasculaire animé de pulsations.

Une chose est donc claire : en partant de certaines conditions primitives connues de toute activité vitale, on en peut déduire plusieurs des caractères principaux des corps organisés. Sans doute c'est par induction qu'on a déterminé ces conditions primitives. Mais c'est un point qu'elles ont en commun avec les vérités fondamentales de la science déductive en général : toutes sont les fruits de l'induction. Tout ce que je veux faire voir, c'est qu'étant donnés ces faits premiers de la physiologie, établis par l'induction, on en peut déduire en toute sécurité certaines conclusions générales. En fait d'ailleurs, si la légitimité de ces déductions n'est pas reconnue formellement, chaque physiologiste, dans la pratique, l'admet au fond de lui-même : c'est ce qu'il est aisé de montrer à l'aide de quelques exemples. Supposons qu'un physiologiste rencontre un animal qui produirait des mouvements complexes se coordonnant en

des combinaisons diverses, et qui n'aurait pas de système nerveux : si une chose l'étonnait, ce ne serait pas tant la ruine de cette proposition générale empirique, que tous les animaux ainsi faits ont un système nerveux ; ce serait surtout de voir renverser la conclusion qu'il tirait sans réflexion, que tous les êtres capables de mouvements complexes et diversement combinés ont besoin d'un appareil qui « s'entremette » pour les coordonner. S'il rencontrait un animal doué d'une circulation et d'une respiration rapides, mais dont la température serait basse, ce qui l'ébranlerait le plus en cela, ce ne serait pas d'apprendre par là que des transformations rapides de substances n'étaient pas, comme il le croyait d'après les données de la chimie, la cause de la chaleur animale ; mais plutôt de voir une exception détruire l'observation, si constamment vérifiée, d'un lien entre ces caractères divers. Il est donc clair que déjà la méthode *a priori* a son rôle dans les raisonnements des physiologistes. Si on ne l'emploie pas ostensiblement à rechercher des vérités nouvelles, du moins chacun y fait appel au dedans de soi pour confirmer certaines vérités découvertes *a posteriori*.

Toutefois, les exemples ci-dessus nous invitent fortement, à mon sens, à nous en servir avec confiance en beaucoup de cas, même comme d'un instrument de recherche. La nécessité d'un système nutritif, d'un système respiratoire, d'un système vasculaire, chez tous les animaux un peu gros et actifs, peut se déduire légitimement, il me semble, des conditions de toute activité vitale prolongée. Étant donnés les résultats de la physique et de la chimie, on en peut déduire ces dispositions

anatomiques aussi sûrement qu'en voyant flotter une balle de fer sur l'eau on la déclare creuse.

Il ne faudrait pas croire cependant qu'à notre avis les vérités plus *spéciales* de physiologie puissent être atteintes par déduction. Notre raisonnement ne va pas si loin. Toute déduction légitime veut des données adéquates ; or, en ce qui concerne les phénomènes *spéciaux* de croissance, de structure et de fonction, les données adéquates sont inaccessibles et le demeureront sans doute toujours. C'est uniquement pour les vérités physiologiques d'ordre plus *général*, comme celles dont on a des exemples plus haut, et pour lesquelles nous avons des données à peu près adéquates, que la déduction devient possible.

Nous voici ainsi amenés au point où je voulais venir : ce qui précède n'est qu'une introduction. Maintenant, notre objet est de montrer que certains attributs des corps organisés, plus généraux encore, peuvent se déduire de certains attributs plus généraux des choses.

J'ai essayé de le faire voir dans un Essai intitulé « Loi et Cause du progrès », publié d'autre part¹ : si tout progrès, organique ou non, consiste essentiellement dans une transformation de ce qui est homogène en hétérogène, cette transformation a pour principe cette loi, qu'une cause unique produit plusieurs effets, qu'une force unique amène des changements multiples. Après avoir remarqué que cette loi-là s'applique à toutes choses, je me suis mis à prouver par déduction que toutes les évolutions si diverses, astronomiques, géologiques,

1. Voir le premier volume.

ethnologiques, sociales, etc., d'un état homogène à un hétérogène, s'expliquent comme autant de corollaires de cette loi. Quant à celle des corps vivants, faute de données, je ne pus, à vrai dire, montrer directement que là encore le progrès dans la complication a pour principe la multiplication des effets : du moins je réunis diverses preuves indirectes à l'appui de cette thèse. Or, en ramenant ainsi l'évolution des corps vivants à la décomposition de toute force qui se dépense en plusieurs forces, en déduisant cette théorie de la loi générale exposée auparavant, je donnais déjà un échantillon de la physiologie déductive. Je concluais de l'universel au particulier.

Maintenant, mon objet est d'exposer une autre vérité générale, qui a avec la précédente un rapport immédiat ; qui, comme la précédente, s'étend à toutes les formes du progrès, et par conséquent au progrès dans les êtres organisés ; qui même, on peut l'admettre, a le pas sur la précédente, par rang d'âge, sinon par rang d'universalité. La voici : *L'état d'homogénéité est un état d'équilibre instable.*

Équilibre instable est un terme de mécanique pour exprimer une combinaison de forces qui se contrebalancent en telle manière, que l'intervention de toute force étrangère, si petite qu'elle soit, détruirait l'arrangement préexistant et y en substituerait un tout différent. Ainsi un bâton posé d'aplomb sur un de ses bouts est en équilibre instable : on a beau le placer dans une position exactement perpendiculaire, il se met aussitôt, avec une vitesse d'abord imperceptible, à s'incliner d'un côté, puis il tombe de plus en plus rapidement dans une autre situation. Au contraire, un bâton suspendu par son extrémité

supérieure est en équilibre stable : on a beau le déranger de sa position, il y revient. Notre pensée est donc que l'état d'homogénéité, pareil à celui du bâton planté sur un bout, ne peut se maintenir, et que de là résulte nécessairement un premier pas vers l'hétérogénéité. Prenons quelques exemples.

Dans l'ordre mécanique, le plus familier est celui de la balance. Quand une balance est bien faite et que ses oscillations ne sont pas entravées par la crasse ou la rouille, il est impossible d'en maintenir les plateaux en équilibre exact : l'un finira par monter et l'autre par descendre ; leurs positions relatives deviendront hétérogènes. De même, si sur la surface d'un liquide on sème un certain nombre de particules solides d'égal volume et aptes à s'attirer entre elles, si uniforme qu'en soit la distribution, elles se ramasseront peu à peu en un ou plusieurs groupes. S'il était possible d'obtenir une masse d'eau parfaitement homogène, c'est-à-dire en repos parfait, et également dense en tous ses points, la chaleur rayonnée des corps environnants, en affectant diversement ses diverses parties, y produirait des différences de densité, et par là des courants : ce serait déjà de l'hétérogénéité. Prenez un corps chauffé au rouge ; si égale qu'ait pu être d'abord sa température, elle cessera de l'être : l'extérieur, se refroidissant plus vite que le dedans, aura bientôt une température différente. Et si l'apparition de l'hétérogénéité quant à la température est tout à fait visible dans ce cas extrême, elle se produit, avec plus ou moins de force, dans tous les cas possibles. Les forces chimiques et leur manière d'agir nous fournissent d'autres exemples. Exposez à l'air ou à l'eau un morceau de métal, et à la longue