

CHAPITRE IV.

LOGIQUE DE LA BIOLOGIE.

1. La biologie est la science des corps vivants, — plantes ou animaux. Pour la définir exactement il faut définir la vie.

Définition de la vie.

2. Pour définir la vie il faut déterminer les caractères communs à tous les corps vivants.

Le sens de l'expression « être vivant » est très-nettement fixé. Il n'est guère possible de contester la ligne de démarcation qui sépare le monde organique et le monde inorganique.

M. Herbert Spencer, après avoir choisi la faculté d'assimilation comme le trait caractéristique de la vie corporelle, la faculté du raisonnement comme une des formes essentielles de la vie mentale, et après avoir opposé ces deux facultés aux qualités de la matière inanimée, M. Herbert Spencer arrive aux définitions suivantes :

- 1° La vie renferme une série ou des séries de *changements*.
- 2° Tout changement n'est pas un acte simple ou individuel, c'est une *série ou une succession de changements*.
- 3° La vie suppose un grand nombre de changements *simultanés* aussi bien que de changements *successifs*.

4° Les changements sont *hétérogènes*, c'est-à-dire qu'ils ont des caractères différents.

5° Ces divers changements tendent tous à une *fin* déterminée.

6° En dernier lieu, ces changements correspondent avec les faits extérieurs, que ces faits soient d'ailleurs des *coexistences* ou des *successions*.

En résumé, la vie est un ensemble de changements simultanés ou successifs, organisés en vue d'une fin déterminée, et correspondants aux circonstances extérieures : ou plus brièvement, la vie est l'adaptation continuelle des relations intérieures aux relations extérieures.

Aussi loin que l'on pousse l'analyse, on ne trouvera pas d'exception aux diverses parties de cette définition. Chacun des éléments indiqués se retrouve chez tous les êtres vivants, et manque dans tous les corps inorganiques. Le seul défaut apparent de cette définition, c'est qu'elle semble incomplète : elle ne vise point, elle ne suggère pas les faits qui frappent à première vue l'observateur vulgaire de la vie. C'est ainsi qu'elle ne mentionne pas la structure des êtres organisés, structure à la base de laquelle se trouve la cellule ou le nucléus. D'un autre côté elle omet l'existence individuelle et indépendante des êtres vivants, et tous les faits qui s'y rattachent, la naissance, l'accroissement et la mort.

Ces omissions, apparentes ou réelles, peuvent être expliquées ou justifiées par les trois raisons suivantes.

En premier lieu, on peut dire que les faits en question, bien que réalisés et apparents dans la plupart des êtres vivants, ne se rencontrent pas chez tous, et qu'ils ne peuvent par conséquent être introduits dans une définition générale. On ne peut en tenir compte que lorsqu'il s'agit de déterminer les classes ou les subdivisions du règne entier de la nature vivante. Cette remarque serait une justification suffisante, si elle était vraie ; mais elle n'est point vraie, du moins elle ne l'est pas assez pour justifier

l'exclusion de ces circonstances de la définition générale de la vie.

En second lieu, on peut soutenir que les définitions n'ont pas la prétention d'énumérer toutes les qualités de l'objet; elles veulent seulement indiquer celles qui les caractérisent particulièrement. Bien que les définitions portent sur les caractères essentiels, elles ne s'engagent pas à les indiquer tous. Il faut que la définition nous empêche de confondre un animal ou une plante avec une pierre. Mais il n'est pas nécessaire qu'elle nous fasse connaître tous les caractères qui distinguent les êtres vivants des êtres inanimés.

On répondra à cela, en disant qu'il est difficile de s'expliquer pourquoi la définition ne comprend pas au moins tous les caractères essentiels. Il n'y a pas de raison apparente qui justifie l'omission dans la définition de qualités qui sont communes à tous les êtres vivants.

En troisième lieu, on peut alléguer que les caractères en question, quoiqu'ils ne soient pas explicitement exprimés par la définition, sont néanmoins compris dans les termes qu'elle emploie, et seront indiqués dans les développements qui doivent nécessairement la suivre. La définition ne s'attache qu'aux principes, à la racine en quelque sorte; les branches se déploieront dans l'exposition de la science elle-même.

Néanmoins, dans le dessein d'exposer une fois pour toutes tous les caractères essentiels et généraux qui peuvent être attribués aux corps vivants, que ces caractères soient primitifs ou dérivés, nous allons soumettre à un nouvel examen la définition de la vie, et pour cela distribuer les caractères qui la composent en trois catégories: 1° Les éléments constitutifs; 2° La structure; 3° Les fonctions.

§. I. Les corps vivants sont formés d'éléments qui leur sont communs avec les êtres inorganisés.

Les éléments essentiels des êtres vivants sont au nombre de quatre, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote; le

dernier de ces éléments, l'azote, est plus abondant chez les animaux que chez les plantes. A ces éléments il faut ajouter de petites proportions de phosphore, de calcium, de soufre, de chlore, de fluor, de sodium, de potassium, de fer, de magnésium, de silicium.

Les diverses propriétés physiques ou chimiques qui appartiennent à ces éléments agissent dans les corps organisés où ces éléments se rencontrent. Toutes les lois mécaniques ou moléculaires peuvent par suite s'exercer dans les corps vivants.

Au point de vue chimique, les corps organisés sont des composés extrêmement complexes. La chimie organique est la science qui traite spécialement de ces composés. Conformément aux calculs de la chimie, un simple atome de substance organique, comme le sucre, l'albumine, l'amidon, contient des centaines d'atomes chimiques simples; l'atome d'albumine est composé de 880 atomes des quatre éléments organiques essentiels.

II. Considérons maintenant la STRUCTURE.

1° Les corps vivants affectent une structure qui leur est propre et qui est particulièrement compliquée: on l'appelle vulgairement l'*organisme*. Nous associons toujours à l'idée de la vie l'idée d'un certain mécanisme, qui varie avec les individus, et qui atteint, dans les espèces animales les plus élevées, un degré de complication qu'on ne retrouve dans aucun autre règne de la nature. Des organes comme l'œil, l'oreille, le cerveau, représentent pour nous la perfection suprême du mécanisme et de l'organisation.

On sait maintenant que l'élément dernier de toutes ces formes d'organisme est un élément microscopique appelé la *cellule* ou le noyau (*nucleus*). C'est par la juxtaposition de ces cellules que sont formés les tissus, et les tissus eux-mêmes forment les organes. Il est vrai que dans certaines espèces inférieures, animales ou végétales, la structure cellulaire n'est pas apparente, et par suite ses particularités visibles, à savoir, le sac extérieur de la cellule, et le corps

opaque intérieur, le noyau, ne sont pas absolument essentielles. Nous ne pouvons néanmoins omettre, dans la définition de la vie, un caractère aussi important, aussi universellement lié avec l'organisation des êtres vivants. Les exceptions observées sont en petit nombre et d'ailleurs équivoques.

2° Un autre trait essentiel de la vie, c'est l'individualité ou l'*individuation*. La matière vivante, au lieu d'exister par masses continues comme les roches, est distribuée en individus distincts. Ici sans doute, comme pour les autres traits essentiels de la vie, il peut y avoir quelques exceptions. Mais généralement chez les plantes, comme chez les animaux, nous avons affaire à des existences individuelles : les hommes, les moutons, les chênes sont des êtres distincts et indépendants. Or, une définition doit comprendre la généralité des cas et ne peut admettre d'autres exceptions que celles qui se présentent sur la limite incertaine de l'objet qu'elle définit. M. Spencer, définissant l'individu conformément à sa définition de la vie, dit que l'individu est un tout concret qui réalise par lui-même l'accord de ses relations intérieures avec ses relations extérieures, de façon à maintenir sa propre existence. Cette définition de l'individu anticipe en un sens sur les fonctions, que nous n'examinons pas encore, mais elle n'en donne pas moins une idée claire de la structure. La distinction de la structure et des fonctions est très-importante au point de vue logique, mais en fait les deux choses sont inséparables.

Nous associons dans nos conceptions à l'idée de l'individualité, l'idée du cycle de l'existence, c'est-à-dire la génération de chaque individu vivant par d'autres individus vivants, et la fin nécessaire de toute existence individuelle après une carrière déterminée. Mais ici encore, nous anticipons dans notre définition de la structure sur la définition des fonctions.

3° Nous pouvons maintenant indiquer comme une conséquence de l'individualité, comme un caractère lié à la structure, une circonstance si remarquable qu'il serait inex-

cusable de l'omettre dans une définition complète de la vie, à savoir : la grande *variété des formes et des structures*. L'uniformité est la loi générale de la matière inanimée : la variété est le trait caractéristique des êtres vivants. On compte par milliers les différentes formes des plantes et des animaux. Il y a plus de cent mille espèces végétales, et un nombre plus grand encore d'espèces animales. Et dans chacune de ces espèces il y a une multiplication indéfinie et incessante d'individus, qui se ressemblent jusqu'à un certain point, mais non pas absolument.

Un but essentiel de la biologie est de trouver une distribution méthodique de cette immense variété de formes. C'est ce qui fait de la biologie, *inter alia*, une science de classification.

III. Il nous reste à examiner les FONCTIONS.

L'organisation vivante est essentiellement active, changeante, productive, et ses caractères les plus saillants ont trait à ces diverses fonctions actives. Nous embrasserons ici la substance de la définition de M. Spencer, en la ramenant à deux choses principales : le changement, l'adaptation aux circonstances extérieures. Nous distinguerons donc :

1° Un système défini de changements simultanés ou successifs ;

2° L'adaptation aux circonstances extérieures.

Mais on serait sans excuse de ne pas mettre en pleine lumière un troisième caractère remarquable des êtres vivants, caractère qui ne comporte pas d'exception : je veux dire l'*assimilation*, ou le pouvoir que possède une particule organisée de s'associer, en lui communiquant ses propres qualités, une particule nouvelle de matière qui, en elle-même, n'a que des propriétés chimiques. Ce pouvoir merveilleux de la vitalité n'a, dans le monde des êtres inanimés, qu'une faible analogie, à savoir : la combustion et généralement la combinaison chimique. Les manifestations les plus humbles de cette puissance magique s'offrent à nous dans le renouvellement des tissus vivants par la nutrition ;

mais son influence s'exerce avec un plus grand éclat dans la production d'une graine, ou d'un germe, en apparence homogène et sans structure, et qui cependant possède inté-rieurement de telles énergies qu'il est prédestiné à être un homme ou un chêne, un blanc ou un nègre, un homme ou une femme, au nez aplati ou au nez aquilin. Nous sommes incapables de dire si cette propriété est essentielle et fon-amentale, ou si elle est simplement dérivée d'autres pro-riétés déjà exprimées par la définition.

Nous devons répéter ici ce que nous avons déjà dit à propos de la structure des êtres vivants : un de leurs carac-tères essentiels est de parcourir le cycle de l'existence dans ses trois degrés, la naissance, la croissance, la mort.

4° Il est nécessaire, dans une définition complète des êtres vivants, de noter la liaison de l'*esprit* avec les corps organisés. A la vérité, l'*esprit* n'accompagne pas *tous* les êtres vivants, mais il n'apparaît jamais que dans des êtres vivants.

Lorsque nous établissons la première grande division de la vie, en distinguant les animaux et les plantes, nous déterminons la limite précise des manifestations mentales. Mais nous n'en avons pas moins intérêt à remarquer tout d'abord que cette manifestation caractéristique ne se montre que chez les êtres vivants.

La définition précédente a la prétention de n'omettre aucun des faits essentiels inhérents à la vie. La première qualité d'une définition, c'est d'être complète. Elle com-porte ensuite une autre opération d'un grand intérêt scien-tifique, et qui consiste à marquer la dépendance réciproque des différentes propriétés dont se compose la définition, et à mettre au premier rang celles qui semblent être les pro-riétés primitives et élémentaires. Pour le moment, néan-moins, tout effort tenté dans ce sens serait impuissant et n'aboutirait qu'à des hypothèses : il ne faut donc pas s'oc-uper de cette question au début de la science. Provisoire-ment, nous nous contenterons de considérer comme dis-tinctes les qualités que nous avons comprises dans la défi-

inition de la vie, sans nous permettre de dire que certaines sont les principes, certaines les conséquences des autres.

Divisions de la biologie.

4. Les divisions de la biologie correspondent aux différentes parties de la définition de la vie.

La définition a trait d'abord à l'organisation chimique des êtres vivants. C'est en partie la chimie, en partie la biologie, dans ses préliminaires, qui traiteront de cette étude.

Les deux autres parties de la définition supposent l'étude distincte de la structure et des fonctions. Essayons de comprendre les motifs et la nature de cette distinction.

En réalité, les deux faits sont inséparables. Mais si, dans les sujets moins compliqués que les opérations de la vie, il arrive de considérer isolément certaines qualités, à l'exclu-sion de toutes les autres, bien qu'en fait la séparation soit impossible, de même dans le cas présent, il est utile d'étu-dier la structure en elle-même, avant de l'envisager dans ses rapports avec les fonctions.

Il ne faudrait pas cependant pousser trop loin cette sépa-ration. Aussitôt que l'*esprit* a saisi l'arrangement d'un or-gane, il est tout prêt à étudier les usages et les fonctions de cet organe. Il serait même avantageux d'aborder l'étude de la fonction, alors que l'examen de l'organe est encore tout récent. La connaissance de la fonction complète et fixe l'idée de la structure organique, au moins dans la mesure où la fonction et l'organe sont liés l'un à l'autre. La seule raison qui explique qu'on ne fasse pas suivre immédiate-ment la description de chaque organe de l'exposition de la fonction, c'est la nécessité de considérer la fonction comme un tout dont les diverses parties se tiennent, et par suite de n'en entreprendre l'analyse que lorsqu'elle peut être présentée dans son ensemble. Par exemple, la fonction de

la digestion ne saurait être exposée avant que le groupe entier des organes digestifs ait été décrit.

On exagère peut-être la séparation de ces deux études dans la biologie spéciale de l'homme. L'anatomie et la physiologie sont aujourd'hui traitées dans des ouvrages distincts, et apprises dans les écoles par différentes catégories d'écouliers : c'est l'usage reçu. La méthode la plus juste consisterait, selon nous, à comprendre les deux sciences dans un seul ouvrage, et à joindre à l'anatomie de chaque organe, les os, les muscles, le cœur, etc., la physiologie de la fonction qui lui est propre.

Dans le plan que suivent ordinairement les botanistes, la botanique structurale est exposée la première, et la physiologie vient immédiatement après dans le même traité. Les étudiants doivent attendre, pour connaître la fonction d'un organe, qu'ils aient étudié la structure de tous les organes. Les raisons qui justifient cet usage sont probablement les suivantes : 1° Il est possible de fixer provisoirement dans l'esprit la structure complète de l'organisme sans se rendre compte des fonctions correspondantes; 2° il est nécessaire, comme nous l'avons déjà dit, de considérer les fonctions comme un tout indivisible.

Dans la biologie animale, la branche appelée anatomie comparée prend chaque organe à part, indique à la fois sa structure et sa fonction, en passant en revue toutes les variétés que présentent les espèces animales.

La structure doit être étudiée dans les modifications successives qu'elle apporte avec elle l'évolution de la vie individuelle. C'est ce qu'on appelle l'embryologie. Une vue plus étendue encore est l'étude des structures successives qu'affectent les organes sous l'influence de la transmission héréditaire. Il se produit sous cette influence des changements qui doivent être notés et qui sont le point de départ de la nouvelle science biologique appelée l'évolution.

Il est utile de généraliser le plus possible les différentes formes de structure, que contient le règne vivant, et d'exprimer à part toutes ces généralités, du haut desquelles

l'esprit domine l'ensemble des faits particuliers. Ces généralités donnent naissance à ce qu'on appelle la morphologie générale ou l'embryogénie générale.

La science des fonctions, ou physiologie, est l'exposé des changements vitaux, présentés dans l'ordre le plus convenable. Ces changements constituent la vie. La vie n'est, en effet, qu'une série de changements successifs ou simultanés, qui tendent à une fin déterminée et qui adaptent chaque organisme au milieu ambiant. Il y a là un champ indéfini d'inductions et de déductions qui se corrigent, qui se limitent les unes les autres. Les généralités relatives aux fonctions de tous les êtres vivants, si du moins il y a des généralités de cet ordre, constitueront une physiologie générale.

L'étude de l'évolution comprend les actions réciproques des organes et des fonctions. Elle se rattache à cette vérité générale que, lorsque des circonstances extérieures exigent et déterminent un accroissement de fonctions (comme par exemple dans le cas où un animal est appelé à déployer une énergie musculaire extraordinaire), l'organe est capable de s'accroître et de se développer, et par suite de favoriser l'accroissement de la fonction déjà sollicitée par l'excitation extérieure. C'est là une des formes des réactions supposées des organes et des fonctions. Une autre forme est celle que M. Darwin appelle la sélection naturelle ou la survivance des meilleurs. L'exposition de ces principes appartient à la grande hypothèse biologique du développement ou de l'évolution.

La biologie peut, jusqu'à un certain point, être traitée comme un tout. Il y a, en effet, des caractères communs à tous les êtres vivants : les éléments, l'organisation, les fonctions de l'évolution. Mais quand on a exposé ces généralités, il faut diviser la biologie, comme elle l'a toujours été, en deux parties : la biologie des plantes, la biologie des animaux. Et chacun de ces sujets sera subdivisé, conformément au plan déjà suivi pour la distribution de la biologie générale.

Autres notions de biologie.

La définition générale de la vie nous a paru contenir les définitions particulières de l'*organisation*, de la *cellule*, du *protoplasma*, de l'*assimilation*, de l'*individu*, du *germe*, de la *reproduction*, de l'*accroissement*, de la *mort*.

Les formes spéciales de l'organisation et des fonctions introduisent un grand nombre d'autres notions.

Les plantes, les animaux. — La grande ligne de démarcation entre les différents êtres vivants est celle qui sépare les animaux et les plantes : ce sont là les deux catégories les plus générales des êtres vivants ; elles constituent une dichotomie parfaite. Tout en admettant, entre les deux catégories, des limites incisées, les caractères distinctifs n'en sont pas moins nombreux et importants. Comme dans toutes les divisions dichotomiques, nous avons des définitions par antithèse. Les caractères essentiels peuvent être mis en opposition et en contraste ainsi qu'il suit :

PLANTES.		ANIMAUX.
<i>Nombre et complexité des tissus, des organes, des fonctions.</i>		
Médiocre.		Considérable.
		<i>Situation.</i>
Immobile.		Mobile (locomotion).
		<i>Nourriture.</i>
Inorganique.		Organique.
		<i>Système de nutrition.</i>
Absorption.		Introduction dans une bouche et dans un estomac.
Désoxydation.		Oxydation.

Les tissus, les organes, les vaisseaux. Ce sont les parties ou les éléments complexes de la structure organique, en tant que les cellules en sont les éléments simples. Ces éléments sont communs à tous les êtres vivants, et peuvent

être exactement définis. Il y a une différence considérable entre le tissu et l'organe : un organe, l'estomac, par exemple, peut contenir différents tissus. Chaque tissu analysé présente une structure cellulaire spéciale : structure qui, par rapport à l'organisation, constitue sa particularité caractéristique, et à laquelle correspond une certaine forme d'activité, une certaine fonction. Ainsi le tissu nerveux est formé de fibres nerveuses et de cellules nerveuses, agrégées d'une certaine manière : le tout est lié avec l'activité ou fonction particulière qu'on appelle la fonction nerveuse, ou manifestation de la force nerveuse.

La Botanique contient les définitions des éléments organiques des plantes.

Le tissu cellulaire.	Les téguments (stomates, poils, glandes).
Les vaisseaux.	Les racines.
Le tissu vasculaire.	Les tiges.
	Les feuilles.
	L'inflorescence (fleurs, fruit, graine).

En raison du nombre énorme et des variétés infinies des plantes, il faut un grand effort pour présenter ces éléments dans leur généralité la plus grande. Et d'un autre côté l'idée générale doit être accompagnée d'un détail méthodique des modifications qui subit, dans certaines espèces, l'organisation habituelle.

La botanique doit aussi donner la définition des diverses opérations de la vie végétale :

Endosmose,	Floraison,
Exhalation,	Veille des plantes,
Transpiration,	Union sexuelle,
Sécrétion,	Fécondation,
Irritabilité et contractilité,	Germination,
Circulation, sève, capillarité,	Propagation.

Un système de notions parallèles, mais plus nombreuses et plus compliquées, constitue la description de la vie animale considérée comme un tout distinct. Les modifications

des éléments primitifs de la vie animale sont désignées par les expressions de : *matrice ou blastème, protoplasma, granules, membranes homogènes, vésicules, nucléus, cellules nucléaires, fibres simples, fibres nucléaires, fibres composées, tubes*. Tous ces éléments entrent dans la composition des tissus : *tissus cellulaire, adipeux, vasculaire, cartilagineux, osseux, musculaire, élastique, épithélial, nerveux*. Les organes sont les *os, les muscles, le tube digestif, les organes de la respiration, le cœur, et les vaisseaux sanguins, le grand sympathique, la peau, le cerveau, les sens, les organes de la reproduction*. Les fonctions dépendent des organes, et le plus souvent leur donnent les noms qui les distinguent.

La classification des plantes et des animaux permet de définir chaque espèce et chaque genre.

5. Le détail de ces notions nous donne l'analyse de la vie, chez les plantes et chez les animaux.

Un organisme est nécessairement un tout très-complexe. L'analyse scientifique a pour objet de réduire ce tout à ses éléments, les organes, les tissus, les parties constitutives. Les lois de l'organisation sont les lois qui établissent les rapports de ces divers éléments, et si notre analyse a saisi la division réelle, elle devient la base solide de toutes les propositions par lesquelles nous constatons ces rapports. Si l'analyse est inexacte, les propositions que nous fonderons sur elle le seront aussi nécessairement.

Propositions de biologie.

6. Les lois et les propositions de la biologie diffèrent dans leurs caractères logiques, selon qu'elles se rapportent aux organes ou aux fonctions.

Considérons d'abord l'organisme et ses lois.

Les propositions ou lois, relatives à l'organisme, affirment la coexistence, la juxtaposition des différentes parties des

corps vivants. L'anatomie humaine est un vaste amas de propositions de cette espèce. Jusqu'à quel point la coexistence dépend-elle en dernière analyse de la causalité? C'est ce que la théorie de l'évolution aura à déterminer. Mais, en attendant, ces lois doivent être considérées comme exprimant la coexistence en dehors de toute causalité.

Ces propositions peuvent être spéciales à des individus ou à des groupes limités d'individus : ou, au contraire, généralisées à de vastes catégories. Les propositions les plus particulières sont celles qui composent l'anatomie humaine, et toutes les descriptions spécifiques des plantes ou des animaux. De vastes généralisations, réalisant l'idéal scientifique de la biologie, ne sont pas impossibles. On en trouve un grand nombre. Par exemple en botanique : toutes les parties sont homogènes dans leur organisation, ou, autrement dit, les fleurs ne sont que des feuilles transformées : la présence d'un seul cotylédon dans l'embryon de la graine coexiste avec le mode particulier de croissance qu'on appelle *endogène* : les plantes à fleurs sont généralement multiaxiales : de la complexité de l'organisation dépend la permanence de la forme. En zoologie, nous trouvons : la coïncidence depuis longtemps observée entre l'estomac des ruminants, le sabot fendu, et les cornes ; ou encore le système des caractères essentiels aux mammifères, et qui sont : les mamelles, les corpuscules rouges du sang dépourvus de *nucléus*, deux condyles occipitaux, avec une base occipitale tout à fait osseuse, chaque mâchoire composée d'une seule pièce osseuse et articulée avec l'élément écailleux du crâne.

Considérées, au moins au premier coup d'œil, comme des lois de coexistence sans causalité, ces propositions doivent être garanties par l'observation constante de toute la nature, et ne peuvent être prises pour vraies que dans les limites des observations faites.

Il y a des lois de coexistence nombreuses et rigoureuses entre l'organisation et les circonstances extérieures ; ces lois révèlent ce que l'on appelle *l'adaptation de la vie au milieu*.

Mais ici il y a de grandes présomptions pour que ces rapports dérivent de la loi de causalité. C'est sur ces faits que s'appuie surtout la doctrine de l'évolution.

Il y a de même des lois de causalité, plus ou moins faciles à déterminer, dans l'action qu'exercent sur nous toutes les forces extérieures. Ainsi, la chaleur, la lumière, l'air, l'humidité sont les conditions essentielles, les causes de la croissance des plantes. La lumière est nécessaire à la coloration des feuilles. L'oxygène de l'air est la condition indispensable de la vie animale. Beaucoup d'autres lois de causalité expriment l'action des différentes espèces de nourriture; des différents remèdes, etc.

Il y a encore des lois de causalité à considérer dans l'action réciproque des différents organes, chez les plantes et les animaux. Chez les animaux, par exemple, les organes digestifs agissent sur la circulation, sur le cerveau, sur les muscles, qui à leur tour réagissent sur les organes digestifs.

7. Passons maintenant aux lois relatives aux fonctions, ou à la physiologie.

Ici les propositions affirment un rapport de cause à effet. Les opérations de la digestion, par exemple, résultent du contact de la nourriture matérielle avec les organes compliqués du tube digestif. De même tout organe d'un être vivant a sa fonction, fonction qu'il est plus ou moins facile de déterminer.

De la permanence de la matière, reconnue comme une loi de la nature, depuis les recherches de Lavoisier, il est permis de déduire que toutes les parties matérielles qui existent soit chez les animaux, soit chez les plantes, ont un rôle à jouer dans leur développement. Les plantes étant constituées par le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote (en petites proportions) et les corps salins, doivent nécessairement trouver ces éléments dans la terre ou dans l'air. Les tissus des animaux étant fortement azotés, les animaux doivent avoir une nourriture azotée. Le suc gastrique contient de l'acide hydrochlorique. De là, la nécessité du sel comme aliment nutritif.

8. La loi de la conservation de la force, et toutes les généralisations subordonnées de la physique moléculaire et de la chimie, sont en même temps des lois biologiques.

La loi de la conservation de la force garde sa vérité dans les changements organiques : elle est une clé pour l'explication de ces phénomènes. Toute manifestation de la force dans un corps vivant, — énergie mécanique, chaleur, décomposition, — dérive de quelque force antérieure, dont les proportions étaient rigoureusement l'équivalent de la nouvelle force qui se produit.

Les lois de cohésion, d'adhésion (sous toutes leurs formes, solution, attraction capillaire, diffusion, endosmose, transpiration), les lois de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, les lois de la combinaison et de la décomposition chimiques s'exercent dans les corps organisés. Aujourd'hui que la connaissance de ces lois a été remarquablement approfondie, il est possible d'en faire l'application aux phénomènes de la vie par un simple effort de déduction. Les complications de la biologie peuvent donc être, en partie, débrouillées par la déduction.

Au point de vue de la force, de l'énergie, les corps vivants n'offrent rien de particulier. Au point de vue de la collocation, il y a la particularité d'une structure organique. Il est inexact de parler de force vitale, à moins qu'on n'entende par là les forces moléculaires et chimiques, agissant dans une situation nouvelle. Il serait plus juste de parler de la *collocation vitale* des éléments organiques, sous l'influence de laquelle les forces moléculaires revêtent de nouveaux aspects, bien qu'elles obéissent toujours à la loi fondamentale de la conservation de la force. C'est ainsi que la force nerveuse est quelque chose de nouveau, non pas qu'elle ne soit, elle aussi, l'équivalent d'une force antérieure, mais en raison des caractères particuliers de la structure qu'affectent les éléments nerveux, structure qui détermine une manifestation nouvelle de la force.

9. Dans la partie de la biologie relative aux fonctions, il y a évidemment un grand nombre d'inductions empiriques.

Excepté les lois déduites de la physique et de la chimie, les lois de la biologie peuvent être considérées comme empiriques. Il y a, néanmoins, des lois fondées sur un accord si constant des observations faites, qu'elles doivent être acceptées comme des lois de nature : à condition qu'on n'accorde à aucune d'elles une certitude absolue. Malgré l'uniformité constante des expériences, en faveur de la loi qui exige pour la production des êtres vivants l'existence antérieure d'un germe ou d'une graine, il reste cependant possible que la génération spontanée soit vraie.

Voici des exemples empruntés à la botanique. Les cellules végétales absorbent les corps fluides, elles élaborent des sécrétions, et produisent de nouvelles cellules : elles s'unissent pour former des vaisseaux. Les racines absorbent les matières que le sol contient, et cela en partie par suite de l'endosmose. La sève circule sous l'influence de la chaleur et de la lumière. Dans les plantes à fleurs, la reproduction dérive du contact du pollen avec les ovules. Le fruit succède à la fécondation. Les graines germent sous l'action de la chaleur, de l'humidité, de l'air, en l'absence de la lumière.

Il y a dans les inductions de la physiologie végétale quelque chose d'insuffisant et d'incomplet. Sans doute quelques-unes d'entre elles sont les conséquences de la loi de conservation : par exemple l'influence de la chaleur sur la plante à tous les degrés de son développement. Mais la grande lacune de notre connaissance sur ce point se trouve dans les degrés intermédiaires de l'opération. Qu'arrive-t-il dans l'intervalle qui sépare le contact de l'air et de la chaleur avec les feuilles, et l'élaboration de la sève, l'exhalation de l'oxygène ? Ce défaut n'est d'ailleurs point spécial à la botanique. C'est la commune lacune de toutes nos connaissances relatives aux fonctions organiques.

Dans la physiologie animale nous rencontrons aussi de

nombreuses inductions empiriques. Ainsi les recherches expérimentales nous donnent une connaissance exacte des conditions de la contraction musculaire : ces conditions sont la présence du sang, et le stimulus des nerfs. Que la présence du sang est nécessaire, c'est une conséquence de la loi de conservation. La force musculaire doit dériver de quelque force antérieure. Que des substances non azotées suffisent pour produire l'énergie musculaire, c'est un fait d'expérience, et non une déduction. De même nous ne connaissons que par une induction empirique les circonstances relatives à l'action du cœur : par exemple, ce fait que les corpuscules rouges du sang sont chargés d'apporter l'oxygène dans les tissus. Les opérations digestives sont exposées par le physiologiste sous forme d'inductions empiriques. Il en est de même de la sécrétion de l'urine et de la respiration. Les opérations multiples de la fécondation, du développement de l'embryon, de l'éclosion, ne peuvent être établies que comme des connaissances empiriques. Toutes les fonctions du cerveau et des sens sont déterminées dans des propositions qui ont le même caractère.

On a longtemps regardé comme une loi empirique le fait que l'exercice (sans restriction) fortifie tous les organes de l'animal. M. Darwin n'est pas satisfait des raisonnements par lesquels on a essayé de transformer cette loi en déduction physiologique : elle demeure donc à ses yeux purement empirique.

Ces inductions empiriques sont, dans une certaine mesure, contrôlées par quelques affirmations générales, et elles sont par suite, jusqu'à un certain point, déductives : la loi de la conservation est pour beaucoup d'entre elles une contre-épreuve, et les lois spéciales de la physique moléculaire et de la chimie sont quelquefois mises en œuvre dans ces lois. Mais dans des fonctions telles que la digestion, les actions chimiques et physiques que l'on a pu reconnaître sont contrariées par des forces plus intimes, dont nous n'avons qu'une connaissance empirique. L'exemple le plus frappant d'explications physiologiques fondées sur la déduction nous

est fourni, pour le moment, par les recherches de Graham sur la transpiration, la diffusion, l'endosmose et la capillarité.

La mécanique animale, et l'action exercée par le cœur sur le mouvement des liquides, voilà encore des sujets qui peuvent être soumis à une déduction complète, fondée sur les principes de la mécanique et de l'hydrostatique. C'est ce qu'a très bien montré le docteur Arnott dans ses « Éléments de physique ».

Méthodes logiques de la biologie.

10. Dans la biologie, les faits se prêtent à l'observation et à l'expérimentation, malgré quelques restrictions qui proviennent des particularités de l'organisation vitale.

Les difficultés propres à l'observation des êtres vivants sont singulièrement amoindries par l'emploi d'instruments tels que le microscope, le stéthoscope, le laryngoscope, l'ophthalmoscope, etc. ; et aussi par l'analyse chimique des divers produits organiques. Quelquefois un accident donne accès à l'observation jusque dans l'intérieur des organes : comme dans le cas d'Alexis Saint-Martin, cas qui a permis, comme on le sait, d'obtenir des résultats inappréciables touchant la nature des phénomènes digestifs.

11. Au milieu de la variété des cas présentés par la biologie, les méthodes de concordance et des variations concomitantes fournissent un excellent moyen d'élimination.

La comparaison des cas semblables et aussi des cas différents nous donne le moyen de faire varier, sur une vaste échelle, les circonstances physiologiques. Par suite du grand nombre des animaux et des végétaux, chaque particularité organique se présente à l'observateur sous les formes les plus variées possible. Et ce n'est là encore qu'un des points de vue de la question. Chaque individu fournit,

lui aussi, matière à comparaison, par suite des modifications que les différents âges apportent dans son organisme : c'est ce qui constitue la méthode de l'embryologie. Enfin l'existence des monstruosité contribue encore plus à réaliser les variations désirées. Les occasions d'appliquer les méthodes de concordance et des variations concomitantes sont, on le voit, extrêmement nombreuses.

Ainsi l'étude de l'organisation de l'œil, dans sa forme rudimentaire chez les animaux inférieurs, et dans ses phases successives de développement chez les espèces supérieures, a prouvé (au dire de quelques-uns), ou tout au moins suggéré cette opinion que l'œil n'est qu'une portion modifiée de la peau.

M. Owen énumère sept méthodes différentes de comparaison entre les animaux, au point de vue de leur structure. (*Animaux vertébrés*, vol. I, Préface.)

L'usage et les limites de la méthode déductive en biologie ont été suffisamment indiqués dans les réflexions qui précèdent. Il ne nous reste plus qu'à dire quelques mots des applications de la probabilité et du hasard.

12. Il y a en biologie un grand nombre de cas où deux phénomènes coexistent fréquemment, mais non constamment. Ces cas doivent être traités selon les règles indiquées pour l'élimination du hasard.

Lorsqu'une rencontre de phénomènes, bien qu'elle ne soit pas constante, est cependant si fréquente que le hasard ne saurait en rendre compte, nous avons le droit d'y reconnaître une tendance naturelle ou quelque loi de nature, exposée à être contrariée par d'autres lois. Par exemple la coïncidence d'une intelligence plus développée et d'un volume plus considérable du cerveau, bien qu'il y ait des exceptions, est un fait si général qu'on ne peut l'expliquer par le hasard. Par conséquent, nous devons voir là une loi générale et vraie, bien qu'exposée par occasion à être contredite. Sans doute nous ne pouvons prédire qu'elle se réalisera certainement dans tous les cas ; mais nous devons l'accepter comme une probabilité, proportionnelle au rap-

port observé entre les expériences favorables et les expériences contraires à cette affirmation.

13. La grande complexité des opérations vitales a pour résultat que beaucoup d'inductions physiologiques ne sont qu'approximativement vraies, et par conséquent ne doivent être adoptées que selon les principes de la probabilité.

La multiplicité des généralisations approximatives est le signe de la complexité des opérations biologiques, complexité très-supérieure à celle des opérations physiques ou chimiques.

Le mieux qu'on puisse faire, dans un tel état de choses, c'est de préciser, dans des statistiques exactes, le nombre des cas où une certaine liaison de phénomènes a été observée. Il y a là une branche scientifique, de création moderne et de grande importance, que l'on appelle la statistique vitale. Elle nous permet de raisonner sur les phénomènes de la vie, en n'accordant à nos raisonnements que le degré de probabilité qui leur convient selon les cas. C'est ainsi que nous pouvons déterminer, par inférence, les proportions de la mortalité aux différents âges de la vie, et la proportion des naissances mâles et des naissances féminines. Lorsque les statistiques agricoles auront été continuées pendant un laps de temps assez long, le retour des bonnes ou des mauvaises récoltes pourra être calculé avec quelque probabilité.

14. Un grand nombre de lois biologiques ont le défaut de ne pouvoir être précisées numériquement.

Les faits physiques ou chimiques peuvent être, en général, mesurés numériquement. La plupart des qualités d'un minéral sont déterminées par des nombres; les autres, comme la couleur, peuvent être rapportées et comparées à un type connu. Mais lorsque nous exprimons une loi physiologique, lorsque nous disons, par exemple, qu'un grand exercice fortifie nos membres, qu'un plus grand exercice les affaiblit, nous laissons cette appréciation flotter dans le

vague : nous ne pouvons la préciser. Le changement d'air passe pour ranimer les facultés, mais il n'y a pas de critérium précis, soit en général, soit dans les cas particuliers, pour déterminer dans quelle mesure cet accroissement de vigueur résultera d'un changement d'air déterminé. De même, l'influence des milieux sur les races ne peut être exposée que dans un langage vague, et ne doit être admise que d'une manière générale.

Hypothèses de la biologie.

15. Le caractère de la biologie est tel que cette science a besoin de tous les secours que peuvent lui fournir des hypothèses sévèrement contrôlées et logiquement construites.

La biologie présente toutes les difficultés que comporte aussi l'étude de la physique moléculaire et de la chimie, par suite de la nature impalpable des éléments qui entrent dans la composition des corps vivants; elle a en outre des difficultés particulières qui résultent de la structure organique des êtres qu'elle étudie.

Les hypothèses de la biologie appartiennent à toutes les variétés énumérées dans le chapitre où l'on a exposé en général la nature de l'hypothèse (*Induction*, chap. xiii). Quelques-unes supposent une cause réelle, comme l'hypothèse de l'évolution; d'autres admettent des causes imaginaires ou inconnues, comme la conformité supposée avec un plan, avec un type; d'autres enfin, en troisième lieu, ne sont que des fictions représentatives.

Dans la première classe des hypothèses biologiques, nous citerons, comme étant de celles qui offrent le moins d'incertitude et de péril, les déductions que l'on tire, sans pouvoir les vérifier, des lois générales de la nature inorganique, comme les lois moléculaires et chimiques. Les pouvoirs de cohésion, d'adhésion, de solution, d'endosse, etc., sont supposés agir sur les êtres vivants; mais les

déductions que l'on fonde sur ces lois ne sont pas assez exactes pour être entièrement vérifiées. Par suite, il y a beaucoup d'hypothèses dans les théories sur l'oxydation, la chaleur animale, la sécrétion, etc. De l'inertie chimique bien connue que la science attribue à l'azote, M. Herbert Spencer a tiré de remarquables inférences sur l'explication des opérations vitales chez les animaux et les plantes. (*Biologie*, I, 8.)

Hypothèse du développement ou de l'évolution. — Cette théorie, fameuse par sa hardiesse, a tous les caractères d'une hypothèse légitime; elle suppose une action réelle, une *vera causa*. La difficulté consiste à montrer que cette cause supposée est proportionnée à la grandeur des résultats qu'on lui attribue.

A proprement parler, il n'y a pas d'hypothèse rivale qui puisse lui être opposée. La création particulière est simplement un mot par lequel nous dissimulons notre ignorance. Cette hypothèse de la création n'a pas d'autre mérite que de nous rappeler une comparaison. Elle assigne aux espèces vivantes qui ont successivement apparu dans le cours des âges une origine analogue à celle des premiers êtres, à celle de l'univers tout entier : une origine qui, disons-le, sera toujours incompréhensible pour l'esprit humain. De même que les physiiciens qui spéculent sur le développement cosmique (la formation des soleils et des planètes) imaginent comme point de départ une masse de matière répandue dans l'espace, et qui, peu à peu, s'est condensée sous l'influence des lois de la gravitation, de même les théoriciens de la biologie supposent une première éclosion soit d'êtres vivants, soit de matière propre à devenir organisée dans certaines circonstances. Ajoutons que la valeur d'une explication scientifique de la vie est d'autant plus grande qu'elle aura besoin d'un plus petit nombre de principes pour expliquer l'ensemble de la nature organisée.

La modification que, de génération en génération, subissent les animaux et les plantes, est un fait constaté.

Cette modification se produit même quand les circonstances extérieures restent les mêmes. Lorsque les circonstances changent, la modification devient beaucoup plus considérable. Si maintenant on peut trouver des raisons qui expliquent que quelques-unes des formes modifiées subsistent, tandis que les autres périssent, les modifications deviennent permanentes. Or, M. Darwin trouve une raison de cette espèce dans ce qu'il appelle la sélection naturelle, ou la conservation des êtres les mieux armés pour la concurrence vitale. Son effort consiste à accumuler une multitude de faits qui montrent l'action de ce principe, et qui, pour la plupart, seraient inexplicables dans toute autre hypothèse. H. Spencer, Huxley, Hooker, Wallace et d'autres penseurs ont joint leurs efforts aux siens pour appuyer et éclaircir cette hypothèse.

La rencontre d'espèces analogues dans les mêmes latitudes, et les profondes différences des espèces qui vivent sous des climats différents, voilà des faits favorables à la doctrine de l'évolution et contraires à toute autre hypothèse. « Combien serait inexplicable, dit M. Darwin, l'analogie de la main de l'homme, de la patte du chien, de l'aile de la chauve-souris, dans la doctrine qui admet pour chaque espèce un acte distinct de création ! Combien, au contraire, elle s'explique naturellement dans l'hypothèse qui admet la sélection naturelle de variations légères et successives, réalisées chez les descendants divers d'un « même père ! » Dans la suite des âges et dans la succession des changements, certaines parties primitivement utiles sont devenues superflues, et, si elles ont été conservées bien que devenues inutiles, on ne peut l'expliquer autrement que par une commune descendance.

Puisque l'hypothèse de l'évolution s'adapte à un très-grand nombre de faits et n'est incompatible avec aucun, on doit la considérer comme une hypothèse légitime et soutenable; la valeur de cette hypothèse est proportionnée au nombre des phénomènes qu'elle explique, comparés à ceux qu'elle n'explique pas.

Hypothèse de la reproduction. — La reproduction de tout être vivant, par le fait d'un petit globule qui renferme en lui-même l'avenir de toute une espèce, voilà la plus grande merveille de l'univers physique; c'est le point culminant de la complication organique.

M. Herbert Spencer et M. Darwin ont récemment mis au jour des hypothèses destinées à expliquer cette opération. (Spencer, *Biologie*, I, 233; Darwin, *Domestication*, II, 337.) Les deux théories ont de grandes analogies et peuvent être exprimées à la fois. M. Darwin, cependant, s'aventure un peu plus loin, et l'on peut citer ses vues comme un excellent exemple d'*hypothèse* biologique. Il prépare le terrain en généralisant tous les différents modes de reproduction sexuelle ou insexuelle. Les modes de reproduction insexuelle, comme par exemple les bourgeons ou les greffes, peuvent être considérés comme des procédés identiques à ceux que la nature emploie pour maintenir chaque organe dans son intégrité, pour assurer l'accroissement et le développement de sa structure, et pour réparer les lésions qui ont été produites. Et il semble juste de supposer que les modes de reproduction sexuelle ne sont que des modifications du même fait général.

L'hypothèse, d'ailleurs, est celle-ci : chaque œuf ou chaque germe (de la femelle), chaque spermatozoïde ou chaque graine de pollen (du mâle) est en réalité une vaste agrégation, un monde. Chaque germe est composé d'une multitude de corpuscules plus petits, que l'on peut appeler *germicules*, et qui possèdent toutes les propriétés d'accroissement ou de reproduction généralement attribuées aux cellules. Ces corpuscules diffèrent selon les espèces.

Pour chaque partie distincte de l'animal ou de la plante, même pour la plus petite, il y a dans ce germe des *germicules* distincts, qui appartiennent au genre d'organe qu'il s'agit de reproduire, et qui sont destinés à le former peu à peu, en vertu des lois de leur accroissement ordinaire. Chaque animal contient ainsi des *germicules* non développés de tous ses organes et des différentes parties de ses

organes; ces *germicules* circulent dans l'organisme; ils se réunissent pour former l'œuf de l'animal ou de la plante, et, par une expansion toute naturelle, ils reproduisent le nouvel individu complet dans toutes ses parties. Sans doute, il faut supposer que quelque force les détermine à prendre la place qui leur convient; mais on sait qu'il n'y a pas sur ce point une fixité absolue, et c'est ce que M. Darwin prouve en citant un grand nombre d'exemples d'organes mal placés. Ce fait est favorable, d'après lui, à l'hypothèse d'une multitude de *germicules*, et réfute toute hypothèse qui admettrait dans le germe l'existence d'un microcosme : supposition qui, d'ailleurs, est combattue par une foule d'autres faits.

Le mérite de grouper, de réconcilier, de généraliser une multitude de faits suffit pour justifier cette audacieuse hypothèse. Sans doute, en raison de la nature des faits, nous ne pouvons espérer d'arriver ici à pénétrer dans le mystère de l'opération, ni de construire une hypothèse qui en exclut toute autre. Mais cette hypothèse n'en est pas moins un appendice important, ajouté à toutes les théories que peut suggérer le grand fait de l'assimilation vitale.