

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

Année 1870-71.

—
(NOUVELLE SÉRIE)
—

TOME DIX-HUITIÈME

PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE

Rue Hautefeuille, 24

31 Janvier 1872

ESSAI

sur la

CONSTITUTION DE LA MATIÈRE

ET

L'ESSENCE DES FORCES DANS L'ORDRE PHYSIQUE

Par L. DEBAT

PREMIÈRE PARTIE

DU MOUVEMENT

§ 1^{er}. Considérations générales.

Si on laisse de côté l'étude des formes extérieures des corps qui constitue les sciences naturelles proprement dites, on peut ramener les sciences relatives aux phénomènes matériels à trois catégories : les sciences physiques qui ont pour objet les propriétés générales ; les sciences chimiques qui s'occupent de la constitution intime des corps, et les sciences physiologiques qui étudient spécialement les êtres organisés.

Ces catégories comprennent chacune un certain groupe de sciences, qui ont chacune pour objet un ensemble déterminé de phénomènes, et c'est grâce à cette division du travail scientifique que l'intelligence humaine construit l'édifice laborieux de nos connaissances.

Tout en reconnaissant l'impérieuse nécessité qui nous oblige à subdiviser ainsi la tâche pour la rendre fructueuse, il n'est pas inutile de jeter de temps en temps un coup d'œil général sur les résultats acquis. Cette recherche, en provoquant une espèce de contrôle des sciences les unes par les autres, peut fournir des indications intéressantes sur des points qui échappent aux investiga-

tions dirigées sur un objet spécial. C'est l'un de ces points de vue qui sera l'objet de ce travail.

Les propriétés générales du corps sont de deux espèces : les unes, telles que l'étendue et l'impenétrabilité, sont essentielles, et l'on ne peut admettre l'existence d'un corps sans les lui attribuer ; les autres, telles que la porosité, l'élasticité, la pesanteur, les propriétés calorifiques, lumineuses, électro-magnétiques, pourraient être supprimées ou modifiées ; mais ce qu'il y a d'essentiel dans le concept des corps n'en subsisterait pas moins tout entier. Il se peut que les propriétés énoncées en second lieu soient unies aux propriétés fondamentales, étendue et impenétrabilité, d'une manière indissoluble et nécessaire ; mais, en tous cas, la nécessité de cette dépendance nous échappe.

Pour le moment, nous laisserons de côté les deux attributs essentiels des corps. Ils seront l'objet d'un examen spécial.

§ 2. — Tous les phénomènes physiques sans exception se ramènent à des mouvements.

L'énoncé en tête du paragraphe n'est pas contestable, si on considère les faits attribués à la gravitation. Etant donné un système quelconque de corps ou même d'atomes matériels, il se manifeste une tendance réciproque qui les sollicite à se rapprocher les uns des autres, suivant une loi constante qui tient compte de la masse des corps et de leurs distances respectives.

L'explication des phénomènes lumineux a été donnée par deux théories. Suivant le système de l'émission, les corps lumineux projettent sans cesse au dehors une masse innombrable de parties excessivement subtiles : suivant la doctrine des ondulations, qui est généralement la seule admise aujourd'hui, les phénomènes de la lumière sont dus aux ébranlements ou vibrations de molécules éthérées qui remplissent l'espace et pénètrent même dans l'intérieur des corps. Quelle que soit, d'ailleurs, celle des deux théories que l'on préfère, il nous suffit de constater qu'elles s'accordent toutes deux à résoudre les phénomènes lumineux en des mouvements.

Depuis longtemps déjà, les physiiciens ont signalé les rapports intimes de la lumière et du calorique. A l'époque où la grande majorité des savants adoptait pour la lumière le système de l'émission, il était naturel d'expliquer par une hypothèse analogue la radiation de la chaleur et les autres propriétés du calorique. Suivant cette hypothèse, tout corps chaud émet à chaque instant une multitude de particules subtiles qui rayonnent dans l'espace ambiant. Jusqu'à ce jour, malgré de graves objections, cette théorie s'est maintenue faute de meilleure, et, comme on le voit, c'est à un mouvement qu'elle attribue les phénomènes calorifiques. Une série de travaux récents confirme pleinement cette manière de voir. Nous sommes obligés d'entrer dans quelques détails pour être compris des personnes peu familières avec les idées émises par MM. Clusius, Hirn, Tyndall, etc.

La production de la vapeur exige, lorsque l'eau est soumise à l'ébullition, une température évaluée à 500 degrés. La température du liquide bouillant se maintient néanmoins constante à 100 degré ; il y a donc un excédant de chaleur qui reste à l'état latent et ne se manifeste que sous la forme très-différente d'une tension élastique des plus énergiques.

On connaît le parti merveilleux que l'industrie humaine a pu tirer de ce phénomène remarquable. La chaleur dissimulée apparaît donc comme force motrice, et un examen attentif de la question a permis de constater l'invariabilité de la loi suivante : A une somme donnée de calorique latent correspond une force motrice qui en est précisément l'équivalent. Deuxième exemple : un volant animé d'un mouvement rapide tourne sur son essieu ; le frottement exercé sur l'axe détermine une diminution de la force motrice. Le travail effectif de la machine est la différence entre la puissance totale employée et l'effort nécessaire pour vaincre l'adhérence des surfaces frottantes. Or, cet effort est toujours accompagné d'un développement plus ou moins considérable de chaleur, et une comparaison exacte des diverses circonstances de ce phénomène établit que la somme de calorique manifestée est l'équivalent de la force perdue. Ainsi donc, à perte de force correspond production

de chaleur, et, réciproquement, à chaleur absorbée correspond manifestation de force motrice. Il n'est pas difficile de conclure de ces données de l'expérience que les phénomènes calorifiques se résolvent, en dernière analyse, en des mouvements, conséquence à laquelle nous amenait, d'ailleurs, l'ensemble des autres faits connus, tels que le rayonnement de la chaleur, sa réflexion, sa propagation dans l'intérieur des corps, sa polarisation, etc.

Examinons maintenant les phénomènes électro-magnétiques. Au premier abord, l'admission d'une électricité statique semble peu favorable, à notre point de vue ; mais remarquons, en premier lieu, que les corps se subdivisent, sous le rapport électrique, en deux classes : les uns sont bons conducteurs, les autres ne sont que de médiocres ou même sont mauvais conducteurs. Quelle que soit l'hypothèse émise pour expliquer cette diversité, il faut admettre que chez les premiers il y a transmission rapide d'un nous ne savons quoi, mais enfin transmission, fait qui n'a lieu qu'incomplètement chez les derniers. Or, qui dit transmission, dit mouvement.

Dans l'électrisation par influence, il se produit un phénomène analogue, il y a rupture de l'équilibre existant ; l'une des extrémités manifeste l'électricité positive, l'autre, l'électricité négative.

Or, toute rupture d'équilibre est accompagnée d'un mouvement.

Les attractions et répulsions électriques, la production de l'étincelle, sont autant de faits qui tendent à la même démonstration et en fournissent des preuves irrécusables.

Mais l'étude de l'électricité dynamique nous fournit les faits les plus concluants. Dès l'origine, les physiciens, frappés des caractères spéciaux que présentent ces faits, ont admis la conception de courants électriques. Il est peu probable, néanmoins, qu'une matière subtile circule dans l'intérieur du corps soumis à l'influence d'un courant. L'opinion généralement admise est qu'il se produit à l'intérieur un mouvement moléculaire d'une amplitude excessivement restreinte, mais qui se propage, suivant une direction donnée, avec une rapidité prodigieuse.

Dans les décompositions chimiques opérées sous l'influence de l'électricité dynamique, le fait est encore plus manifeste. Il se pro-

duit un transport très-réel des molécules, les unes au pôle positif, les autres, au pôle négatif.

L'action exercée par les courants électro-magnétiques sur un rayon lumineux polarisé nous fournira un dernier argument à l'appui de notre thèse. L'on sait que, dans la lumière polarisée, la direction des vibrations est constante et peut être déterminée au moyen d'appareils spéciaux. Or, si on place un rayon polarisé entre les pôles d'un puissant électro-aimant, la direction du mouvement vibratoire est déviée. L'électricité a donc introduit une composante nouvelle et modifié le mouvement primitif.

En comprenant, pour être brefs, sous le nom général d'élasticité les divers phénomènes relatifs au choc des corps, aux vibrations sonores, etc., il suffit de rappeler que tous ces phénomènes se ramènent à des mouvements dont l'analyse mathématique est parvenue à établir les formules abstraites.

Nous venons d'examiner successivement les propriétés générales des corps, et il est permis de conclure de cet examen qu'à l'exception de l'étendue et de l'impénétrabilité, attributs essentiels de la substance matérielle, de l'inertie, attribut négatif, auquel on ne peut rapporter aucun phénomène réel; le fait général et universel qui caractérise ces diverses propriétés, n'est autre que le mouvement. Les éléments de ces mouvements, vitesse et direction, peuvent varier; les lois auxquelles ils sont soumis ont sans doute des formules différentes; mais, en somme, se sont des mouvements assujettis aux principes rigoureux de la mécanique.

§ 3. — Tous les phénomènes chimiques sans exception se ramènent à des mouvements.

Les corps bruts se présentent dans la nature sous trois états différents: l'état solide, l'état liquide, l'état gazeux. L'on sait, en outre, que, placés dans les conditions convenables, un grand nombre d'entre eux peuvent passer de l'un de ces états à l'autre. Les expériences les plus concluantes autorisent à reconnaître dans l'action intime du calorique la raison de ces diversités d'apparence, ce

qui revient à dire que dans l'état solide, dans l'état liquide et dans l'état gazeux les conditions d'équilibre des molécules ne sont pas identiques, et que c'est à la variation des tendances qui sollicitent ces molécules, qu'il faut attribuer les modifications de l'apparence extérieure. Répulsives chez les corps à l'état gazeux, les tensions moléculaires sont attractives chez les solides. Les liquides semblent offrir un état intermédiaire.

Si l'on pouvait avoir quelque doute sur la réalité des influences attractives chez les solides, il suffirait de se rappeler le phénomène de la cristallisation. L'observateur y assiste en quelque sorte à la formation du solide, qu'il voit s'accroître sous ses yeux par l'adjonction de nouvelles molécules. Mais, en outre, la même expérience nous révèle que le transport moléculaire s'opère suivant des lois très-précises, puisque la forme définitive obtenue est un solide régulier et toujours semblable pour les mêmes éléments.

Qu'il se produise dans nos laboratoires ou dans la grande officine de la nature, le phénomène de la cristallisation est une démonstration facile à constater des mouvements moléculaires. Il est d'autres circonstances où, pour peu qu'on réfléchisse, il est impossible d'en contester la réalité. Les modifications introduites par la trempe chez certains métaux, la conversion du fer en acier par le procédé de la cémentation, les altérations subies, à la suite d'un temps plus ou moins long, par les masses métalliques fondues et coulées, que le métal soit homogène ou formé par voie d'alliage, sont autant de preuves irrésistibles que la rigidité du groupement moléculaire chez les solides n'exclut pas des mouvements qui échappent à nos sens, mais n'en sont pas moins très-réels.

Telles sont encore les oxidations plus ou moins profondes, les dégradations superficielles produites sous l'influence des agents extérieurs. Sous l'apparence d'une immobilité complète, l'aspect général a changé; la forme extérieure a changé, il n'y a pas à s'y méprendre.

Du reste, l'application de ces derniers faits se rattache par un lien intime aux recherches qui ont pour objet la détermination des éléments des corps et les lois de leur composition. Or, soit qu'il

analyse, soit qu'il combine, le chimiste ne fait pas autre chose que placer les corps dans des conditions telles que les éléments unis se séparent, ou que ceux séparés d'abord se réunissent et s'associent.

Mais toutes ces opérations, dont la variété est innombrable, se ramènent à un fait principal, le déplacement des molécules constitutives des corps, un changement dans le mode de leurs groupements. Il n'est pas douteux que ces déplacements ne soient déterminés par des lois spéciales. Aussi les attribue-t-on à une propriété particulière qui a reçu la dénomination assez vague d'affinité. Pour le moment, il nous suffit d'avoir rencontré dans le mouvement ce phénomène fondamental, qui se manifeste au fond de toute action chimique, aussi bien quand elle assemble les éléments que quand elle les dissocie et les isole.

§ 4. — Tous les phénomènes physiologiques sans exception se ramènent à des mouvements.

Les considérations qui précèdent s'appliquent à tous les corps sans exception. Indépendamment de ces propriétés générales, ceux pourvus d'organisation possèdent plusieurs attributs propres, qui se manifestent par ce qu'on est convenu d'appeler fonctions organiques ou vitales. Ces fonctions semblent avoir leur siège dans certains appareils ou organes, dont le nombre, la forme et la complexité varient d'une manière étonnante. La nécessité imposée aux physiologistes de les classer, afin d'en déterminer plus exactement le rôle, a fait admettre la division suivante : organes de nutrition, organes de relation, organes de reproduction. C'est donc dans cet ordre que nous allons les examiner.

On ne saurait douter que la nutrition ne s'opère au moyen d'un mouvement continu de particules matérielles. Dans beaucoup de circonstances, ces mouvements sont très-appréciables. Chez les végétaux nous savons que la sève, liquide nourricier, monte des racines à l'extrémité des branches et redescend, suivant un courant parallèle, après avoir subi une transformation importante. Les cellules végétales se divisent, s'accroissent, changent de forme. À

l'intérieur de ces cellules elles-mêmes, les granulations protoplasmiques se déplacent, se groupent, se séparent, et tantôt contribuent à l'accroissement du tissu cellulaire, tantôt donnent naissance à des produits spéciaux. Qui ne connaît la circulation rotatoire des globules dans les utricules du Chara, dans les poils de la corolle chez le *Tradescantia virginiana* et autres faits analogues observés et décrits par les micrographes ?

Chez les animaux, nous pouvons signaler le phénomène général de la circulation du sang, du chyle, de la lymphe ; les battements rythmés du cœur et des artères qui donnent l'impulsion au liquide sanguin, le jeu cadencé des organes respiratoires, qui se gonflent et s'affaissent à des intervalles réguliers plus ou moins rapides, et enfin les contractions des organes du système digestif.

Mais en dehors de ces mouvements, dont l'évidence s'impose à l'observateur le moins attentif, il en est une foule d'autres que leur délicatesse extrême dérobe à toutes nos recherches. Les organes sont, comme on le sait, constitués par des tissus, espèce de trame dont les parties élémentaires sont les cellules. Or, au sein des cellules, il se fait à chaque instant, pendant toute la durée de la vie organique, un travail qui a pour but d'assimiler, c'est-à-dire de transformer en substances vivantes les parties matérielles puisées au-dehors, en éliminant celles qui ne sont d'aucune utilité pour le fonctionnement de l'organisation. Chez tous les êtres connus, ce va et vient continuel de molécules comprend trois périodes : dans la première, l'assimilation des particules extérieures est rapide et abondante. La masse des tissus éprouve un accroissement très-apparent ; les cellules se multiplient et prennent un volume plus considérable ; c'est la période de croissance. L'être organisé reçoit plus du dehors qu'il ne renvoie. Plus tard, il s'établit une espèce d'équilibre entre l'afflux et le rejet des molécules. L'assimilation se fait toujours avec énergie, mais la déperdition est équivalente. Enfin, dans la période de sénilité, les tissus semblent perdre leur puissance assimilatrice : les cellules s'atrophient ou s'imprègnent de matières peu propres à entretenir le fonctionnement vital. Peu à peu, les fonctions disparaissent, et lorsqu'enfin la dernière limite

est atteinte, les molécules organisées se décomposent, leurs éléments redeviennent soumis aux lois qui régissent les corps bruts, et sont aptes à entrer dans de nouvelles combinaisons.

A chaque instant de la durée, si minime qu'on le considère, une masse de particules matérielles a changé de place, est entrée comme partie intégrante dans les tissus organiques, ou en est expulsée; les lois de ces déplacements sont évidemment plus complexes que celles relatives aux êtres dépourvus d'organisation; mais la réalité des mouvements moléculaires ne saurait être contestée.

Par la nature de leurs fonctions, les organes de relation ne se rencontrent que chez les animaux. Ils se distribuent en deux catégories: les uns étant affectés à la sensibilité externe, les autres destinés à la locomotion.

Parmi les premiers, nous n'envisagerons que les deux plus importants, ceux dont la structure est la plus complexe et l'utilité la plus générale; ce sont les organes de la vue et ceux de l'ouïe. L'agencement des diverses parties de l'œil, leur forme, leurs caractères physiques rappellent d'une manière si frappante les dispositions adoptées dans les instruments d'optique destinés à former des images lumineuses, qu'il est impossible de ne pas leur attribuer un rôle analogue. Le mouvement ondulatoire se transmet donc à travers le cristallin et les humeurs de l'œil, suivant les lois connues de la mécanique optique. De même pour l'oreille, le jeu de la membrane du tympan, des osselets, la conformation de diverses cavités et chambres internes, déterminent des effets identiques à ceux obtenus dans quelques-uns de nos instruments de musique. Par leur intermédiaire, les vibrations sonores arrivent pures et renforcées en intensité jusqu'à l'extrémité périphérique du nerf acoustique.

Mais il ne suffit pas que les ondulations lumineuses et les vibrations de l'air aient traversé l'œil et l'oreille pour être perçues, elles doivent, par l'intermédiaire d'un nerf, arriver à une masse centrale; c'est alors seulement que la sensation apparaît. Tout nerf a pour élément essentiel la fibre nerveuse, et dans celle-ci le rôle principal semble appartenir au *cylinder axis*, filament d'une ténuité

extrême, enfermé dans une gaine médullaire destiné à le protéger. Que se passe-t-il dans l'intérieur du cylinder axis lorsqu'un ébranlement moléculaire quelconque s'est propagé jusqu'à la terminaison d'une fibre nerveuse? A vrai dire, nous l'ignorons complètement; mais en remarquant que le filament axial est un composé organique, qu'en cette qualité il est constitué par un groupement d'atomes et de molécules qu'il est possible d'isoler au moyen de l'analyse chimique, que si ces molécules et ces atomes unis et associés entr'eux forment un tout en apparence homogène, ils n'ont pas perdu pour cela, pris isolément, leurs propriétés essentielles; il nous est impossible de ne pas admettre que l'effet produit par l'ébranlement extérieur consiste en un trouble momentané de l'équilibre existant. Les particules, d'une petitesse extrême, dont se compose le cylinder axis, sont donc ébranlées à leur tour, et ces vibrations, qui ont pris naissance à l'endroit où le nerf s'épanouit dans l'organe extérieur, se propagent avec une rapidité remarquable jusqu'au centre nerveux, S'il en est ainsi, la similitude des substances dans ce centre et dans le nerf lui-même nous autorise à identifier les phénomènes qui se passent dans les masses nerveuses centrales et dans les cordons nerveux. Nous avons de ce fait une preuve, indirecte à la vérité, mais qui n'en a pas moins sa valeur, C'est un principe de mécanique que lorsque l'équilibre d'un système de points matériels, entre lesquels existent des liaisons mutuelles, est dérangé par une cause quelconque agissant d'une manière brusque et instantanée, ces points reviennent à leur position d'équilibre après un certain nombre d'oscillations autour de leur position initiale de repos. Le mouvement moléculaire persiste donc pendant un temps plus ou moins long, alors que la cause de trouble a cessé d'agir. C'est en s'appuyant sur ce principe qu'il est permis d'expliquer la persistance de certaines sensations, alors même que l'objet extérieur qui les a provoquées n'exerce plus son influence. M. Plateau a fait à ce sujet des expériences très curieuses. Ce qui nous intéresse parmi les conséquences qu'on peut en déduire, c'est que le phénomène désigné sous la dénomination assez vague d'excitation nerveuse, est un mouvement moléculaire dont la formule nous est encore inconnue.

Nous n'avons parlé que des appareils appropriés aux sensations de la vue et de l'ouïe. Le mécanisme organique qui transmet les impressions de tact, de froid et de chaud, d'odeur, de saveur, ne paraît pas différer essentiellement de celui que nous avons décrit pour les impressions de la lumière et du son. Chez les unes comme les autres les nerfs servent de conducteurs entre l'organe périphérique et le centre nerveux. Il n'y a donc pas à douter que ce centre et les nerfs sensitifs y aboutissant, ne soient le siège de mouvements moléculaires, surtout, si la science parvient à reconnaître dans les vibrations de certaines particules matérielles subtiles la cause physique des odeurs et des saveurs, ainsi qu'elle l'a fait pour les couleurs et les sons, et qu'elle est en voie de l'affirmer pour les phénomènes caloriques.

Les organes du tact nous permettent d'éprouver une sensation d'une nature toute particulière, la sensation de résistance. Nous y reviendrons plus tard.

En nous basant sur les explications qui précèdent, nous pourrions être plus brefs en ce qui concerne les organes de locomotion. Les contractions musculaires qui déterminent le mouvement des membres sont provoquées par des nerfs spéciaux qui se rattachent comme les nerfs de la sensibilité à des masses nerveuses centrales. Mais ici l'excitation nerveuse, au lieu d'avoir son point de départ à la périphérie pour aboutir de là à l'organe central, semble partir de celui-ci et se diriger de l'intérieur à l'extérieur. L'analyse chimique pas plus que l'observation microscopique la plus délicate, ne découvrent d'ailleurs aucune différence entre la constitution des substances nerveuses affectées aux mouvements et celle des autres substances nerveuses réservées à la sensibilité. Il résulte cependant d'expériences positives qu'au moins chez les animaux supérieurs, elles possèdent leurs fonctions spéciales et ne peuvent se substituer les unes aux autres. Il semblerait donc rationnel de ne point attribuer l'excitation des nerfs locomoteurs à des ébranlements moléculaires, ainsi que nous avons cru pouvoir le faire pour les nerfs sensitifs. Mais d'un autre côté, nous avons vu que pour les nerfs qui aboutissent aux muscles, cette excitation marche du centre

à la périphérie. Or, que se passe-t-il dans un muscle lorsqu'il reçoit le contre-coup de l'excitation nerveuse ? La masse musculaire se contracte : elle diminue de longueur, et s'accroît suivant les diamètres transversaux. Si la masse totale change ainsi de forme, c'est que chacun de ses éléments fibrilleux s'est modifié. Les fibres du muscle se sont plissées et par suite raccourcies. Que l'excitation vienne à cesser, et les parties musculaires reprennent leur premier état ; les plissements des fibres s'effacent et ne se montrent plus que sous l'apparence de lignes transversales d'une ténuité extrême. Il s'est donc produit incontestablement dans le muscle, au moment de la contraction, un mouvement moléculaire à peine perceptible, mais qui, mille et mille fois répété, se révèle par un changement de forme très-appreciable. Or, ce mouvement moléculaire est sous la dépendance de l'excitation nerveuse. Si donc l'équilibre des particules qui constituent la substance musculaire a été troublée, c'est à n'en point douter, que celui des éléments de la substance nerveuse l'a été également, et nous sommes ramenés à faire de ces derniers le siège d'ébranlements spéciaux, ainsi que nous l'avions fait pour les particules élémentaires des nerfs sensitifs.

Nous savons d'ailleurs qu'il est possible de produire artificiellement les contractions musculaires en excitant le nerf au moyen de l'électricité et de certains autres agents physiques ou chimiques, et comme nous avons ramené à des mouvements plus ou moins complexes, les divers phénomènes physiques et chimiques, l'excitation serait dans ces divers cas, placée elle-même sous la dépendance de mouvements moléculaires, exactement comme le fait se produit pour les nerfs sensitifs.

Comme dernière preuve, nous ajouterons que si de nouvelles observations ne viennent pas contredire les résultats obtenus, il serait possible de déterminer qu'entre le moment précis où la volonté intervient pour mouvoir, et celui où le muscle se contracte, s'écoule une durée appreciable bien qu'extraordinairement courte. Si le fait est vrai, n'est-ce pas l'indice de la propagation d'un mouvement à travers le nerf, propagation qui ne peut être instantanée

si comme nous essayons de l'établir, les particules matérielles ne sont ébranlées que successivement.

Le système d'organes qui a pour fonction la reproduction de l'espèce va nous fournir un sujet d'observations analogues.

Les végétaux nous offrent des renseignements pleins d'intérêt. Chez les cryptogames, les antherozoïdes doués d'un mouvement très-caractéristique, pénètrent jusqu'au sporange, soit qu'il soit placé à l'intérieur de l'archégone, soit qu'il flotte au sein du liquide ambiant.

L'observation constate que leur contact est toujours suivi de l'apparition presque instantanée d'une membrane autour de la masse protoplasmique qui doit constituer la spore future. Dès que cette membrane s'est formée, l'antherozoïde se décompose, il disparaît avec rapidité, la substance est résorbée. Ce double phénomène de la dissolution de l'antherozoïde et de l'apparition d'une membrane à la périphérie de la spore, coïncide chez quelques algues avec un autre fait très-singulier. Dès que les antherozoïdes se sont fixés sur le sporange qui est libre et flottant dans ces espèces, ils lui impriment un mouvement de rotation tellement rapide qu'il est presque impossible d'en apprécier la vitesse.

Les phanérogames nous offrent des exemples non moins curieux et instructifs. Signalons la déhiscence de l'anthère, les mouvements spontanés des pistils et des étamines dans un très-grand nombre de fleurs, le transport du pollen sur le stigmate, l'allongement de la membrane interne des grains polliniques en tube filiforme, le trémoussement des granules de la fovilla, l'absorption de la matière protoplasmique, renfermée dans l'extrémité de ce tube au contact du sac nucellaire, le développement des vésicules germinatives à partir de l'instant où ce contact a eu lieu. Dans tous ces faits que des observations multipliées ont mille et mille fois constatés, peut-on voir autre chose que la révélation des mouvements imprimés aux molécules organiques par cette énergie spéciale que l'on appelle la puissance vitale ?

Le phénomène de la fécondation présente chez les animaux et chez les végétaux une remarquable analogie, et ce qui est à noter,

c'est surtout avec les végétaux inférieurs, avec les cryptogames, que cette analogie est la plus frappante. Les antherozoïdes sont représentés par les spermatozoïdes; la spore par l'œuf, le sporange par la matrice, enveloppe protectrice, au sein de laquelle l'ovule fécondé doit parcourir les premières phases de son développement. Ces phases sont au début caractérisées par des transformations très-singulières de la vésicule germinative et du vitellus qui l'entoure. De même que chez les végétaux, toutes les circonstances de la fécondation chez les animaux sont accompagnées de mouvements très-exactement observés et décrits. Les spermatozoïdes s'agitent avec vivacité, au sein d'un liquide spermatique. En vertu de cette motilité et sous l'influence d'une espèce d'instinct spécial, ils pénètrent jusque dans le sac membraneux où l'embryon subira les premières transformations, peut-être même jusqu'à l'ovaire; l'œuf détaché de ce dernier organe à la suite d'une rupture des enveloppes charnues qui le renferment, descend et se fixe dans l'intérieur de la matrice. A partir de ce moment, de même que dans la vésicule embryonnaire des végétaux, le travail organique acquiert une énergie intense. Nous ne le suivrons pas dans cette nouvelle période. Les phénomènes qui sont la conséquence de la fécondation, ressemblent à beaucoup d'égard, à ceux que nous avons décrits en parlant de la nutrition, alors que l'être organisé se développe et atteint la dernière limite de sa croissance. Pendant toute la durée de l'existence fœtale, les énergies vitales impriment aux particules matérielles des mouvements très-complexes tout en les soumettant aux exigences de l'organisation. Ici comme dans beaucoup d'autres cas analogues déjà signalés, les mouvements moléculaires ont trop peu d'amplitude pour être constatés par l'observation directe; mais leur réalité est attestée par le développement successif des tissus, et des organes auxquels ils donnent naissance.

Du reste, nous reviendrons plus tard sur cette importante question.

Nous venons de passer en revue la série des phénomènes que présentent les êtres matériels, aussi bien ceux qui se manifestent

généralement dans toute espèce de corps que ceux spéciaux aux êtres organisés ou vivants. Sous cette multiplicité si variée et qui sera toujours un sujet d'admiration pour l'observateur de la nature, nous avons constaté un fait fondamental, essentiel, le mouvement. Ses deux éléments, la vitesse et la direction, peuvent fournir d'innombrables combinaisons, alors même qu'on ne tient compte que des circonstances où elles peuvent être exprimées par des formules rationnelles. Ainsi donc, depuis les masses considérables qui décrivent leurs orbites immenses dans l'espace indéfini jusqu'à l'atome infime que nul regard humain ne peut apercevoir, tout se meut et s'agite. Mouvement dans les sphères de l'empyrée qui nous écrasent de leur grandeur, mouvement dans les particules matérielles les plus subtiles, dont la petitesse défie nos plus persévérants efforts ; tel est le phénomène universel que nous présente la nature physique. La science a pu déterminer les lois de quelques-uns de ces mouvements, celles de la gravitation, des ondes sonores et de la lumière. Pour les autres, notre esprit en conçoit la réalité, mais n'a pu encore les définir. Le champ à parcourir est donc immense : mais ne désespérons pas ; la science est infatigable et l'avenir est sans limites. Cherchons maintenant à tirer les conséquences de ces principes. Nous abordons la deuxième partie de notre travail.

DEUXIÈME PARTIE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES FORCES MOTRICES

§ 1^{er}. — Distinction des forces motrices et du mouvement. — Erreur fondamentale de l'Ecole positiviste.

Tout mouvement quelles que soient sa vitesse et sa direction, implique une puissance motrice ce qu'en mécanique on désigne par l'expression de force et en métaphysique par le nom général de cause. Les traités de mécanique distinguent deux espèces de forces, les forces instantanées et les forces continues : mais cette distinction indique seulement une différence dans le mode d'action

des forces et non dans l'essence des forces elles-mêmes. Pour les premières, l'impulsion produite ne comporte qu'une durée inappréciable après laquelle l'action de la force cesse immédiatement et n'a plus d'efficacité. S'il s'agit de forces continues au contraire, la puissance motrice agit pendant toute la durée du mouvement qui varie sans cesse, puisqu'à l'effet produit par les impulsions précédentes s'ajoute continuellement celui qu'engendre à chaque instant l'effort persistant de la force.

Ce qu'il importe avant tout de bien établir, c'est que la force motrice et le mouvement auquel elle donne naissance, sont deux conceptions parfaitement distinctes. Le mouvement est un fait : il est ou il n'est pas : la force motrice dure et persiste : alors même qu'elle ne produit aucun effet, elle conserve toute son énergie virtuelle. Lorsqu'un objet pesant est suspendu par un fil à une certaine distance du sol, la puissance attractive qui tend à le précipiter sur la terre n'a pas cessé d'être ni d'agir, et la preuve, c'est qu'alors même qu'elle paraît annihilée, elle se manifeste par la tension du fil suspenseur. Tant que la gravitation est vaincue par la force de cohésion qui tient rivées les uns aux autres les molécules du fil, l'équilibre entre les deux tendances rivales maintient l'immobilité du corps, mais cette immobilité qui est un fait accidentel n'altère en rien l'énergie fonctionnelle de l'attraction terrestre.

Le degré de puissance que possède une force est généralement apprécié par la quantité de mouvement qu'elle peut communiquer à une masse matérielle donnée. Il est toutefois nécessaire pour que cette appréciation soit exacte, que cette force agisse seule. Il est clair que si elle se trouve en concurrence avec d'autres, l'effet produit est variable suivant le nombre, l'intensité des composantes et en outre suivant la direction qu'elles tendent séparément à imprimer au mobile. Les forces ne se manifestent que par le mouvement ; ce dernier phénomène est le seul qui, tombant sous l'expérience, puisse être comparé, mesuré ; mais ce que nous tenons à bien établir, c'est que force et mouvement correspondent à deux concepts parfaitement distincts et irréductibles l'un à l'autre. C'est

néanmoins dans cette confusion que tombe une école contemporaine, l'école positiviste. Les métaphysiciens de cette école rajouissant les formules surannées de Locke et de Condillac, prétendent ramener l'idée de force à celle de succession de mouvements. Quand un corps se meut, la vitesse et la direction de son mouvement à un instant donné, sont la conséquence de celles qu'il possédait dans l'instant qui a immédiatement précédé. Ce dernier renferme en germe les éléments du mouvement qui va suivre et ainsi de suite : inutile d'avoir recours à une force motrice : les mouvements se succèdent, le 1^{er} déterminant le 2^e, etc. La pauvreté de cette explication se dérobe sous une logomachie pompeuse qui n'est qu'un trompe-l'œil. Cette génération de mouvements les uns par les autres, ces germes de mouvements futurs qui ne demandent qu'à éclore, qu'entend-on par là ? Si un corps est mis en mouvement par une impulsion instantanée et que nulle autre impulsion ne vienne contrarier la première, il est admis par expérience et par raisonnement que le mouvement communiqué se conservera sans variation en direction et en vitesse. Si donc on fait abstraction de l'impulsion initiale, on peut dire jusqu'à un certain point que chaque partie du mouvement est déterminé par celle qui précède. L'expression, cependant, est loin d'être exacte : en définitive, le mouvement se maintient ce qu'il était en vertu de l'inertie du corps : le mouvement n'est autre chose que la position successive du corps dans divers points de l'espace. Une position ne détermine rien, n'engendre rien : lorsque le corps était encore à l'état de repos, il occupait une position quelque part ; dira-t-on que cette position de repos est le principe déterminant des autres positions par lesquelles il passe successivement ? Quand le corps est mis en mouvement par l'impulsion des forces continues, l'explication positiviste est encore plus incompréhensible. Puisque suivant elle, le mouvement à un moment donné, n'est que le développement de celui dont le mobile était animé dans l'instant précédent, il suffit de faire abstraction de la force continue et de la supprimer par hypothèse. Or, la mécanique nous apprend que si à l'expiration d'un temps pris pour unité, la force continue cesse son action

après avoir fait parcourir un espace désigné par 1, le mobile possède une vitesse acquise qui lui fera parcourir dans la 2^e unité de temps, un espace mesuré par le chiffre 2. Si, au contraire, la force continue d'agir, l'espace parcouru pendant cette même 2^e unité de temps est 3. Cette accélération dans le mouvement n'est donc point uniquement la conséquence de la vitesse acquise, et la doctrine positiviste est convaincue d'impuissance à en rendre compte. Nous aurons l'occasion de revenir plus tard sur les prétentions de cette école : Il suffit pour le moment d'avoir établi la distinction essentielle qui sépare la notion de force de celle de mouvement.

§ 2. — Des deux systèmes généraux qui ont prévalu tour à tour dans l'explication des phénomènes de l'univers. — Dynamisme et mécanisme.

Etant admis que tout mouvement est provoqué par une force motrice et qu'il n'y a aucune identité entre la conception de cette dernière et celle du mouvement produit, nous pouvons nous demander si les diverses forces motrices que l'observation des phénomènes nous fait admettre, sont des attributs inhérents aux corps eux-mêmes ou possèdent une existence à part ; si, en d'autres termes, chaque système moléculaire, chaque molécule se meut en vertu d'une énergie qui lui est propre, ou si le mouvement est déterminé dans ce système ou dans cette molécule unique par quelque chose qui en est réellement et essentiellement distinct. L'histoire des théories scientifiques et métaphysiques nous apprend que l'affirmative et la négative ont été tour à tour soutenues. Ceux qui ont vu dans les forces motrices certaines propriétés essentielles aux corps ou en général à la substance matérielle elle-même sont les dynamistes. Ceux qui ont placé en dehors des corps le principe de leurs mouvements sont les mécanistes. Dynamisme, mécanisme, telles sont les deux solutions entre lesquelles ont flotté toutes les théories admises pour expliquer les innombrables phénomènes de l'univers matériel. Sans entrer dans les détails, il suffira de signaler les systèmes qui ont eu le plus de retentissement.

Au début des études scientifiques en Grèce, Leucippe et Démocrite

crité admirent que l'espace était rempli par un nombre incommensurable de particules subtiles ou atomes, qui, par leur combinaison variée, donnaient naissance aux divers corps visibles. Ces atomes possédaient-ils en eux-mêmes la puissance nécessaire pour se mouvoir et s'unir, ou leur était-elle imprimée par une cause extérieure ? Nous connaissons trop peu ces premiers débuts scientifiques de l'esprit humain pour trancher la question. On peut cependant conjecturer en consultant les écrits d'Epicure et de Lucrèce, qui, développant les mêmes idées que les partisans de la doctrine atomistique, leur attribuaient l'activité nécessaire et adoptaient une solution dynamiste. Aristote, qui possédait à un haut degré les principes de la véritable méthode scientifique, sut donner à ce dynamisme une forme plus sévère. Il distingua nettement la matière $\mu\alpha\tau\eta$, substance inerte, de l'entéléchie, énergie motrice qui détermine la forme et les attributs du corps. Il est vrai qu'ailleurs Aristote parle du moteur universel : mais, en somme, sa doctrine paraît empreinte d'un dynamisme fortement accusé. Le moyen-âge modifia peu les idées d'Aristote : il faut arriver jusqu'à Descartes pour voir apparaître un système mécaniste formulé avec rigueur. Adoptant l'existence des atomes, l'auteur du Discours de la méthode les assujettit à des lois mécaniques complexes et tenta d'expliquer par ce moyen tous les phénomènes connus à son époque. Malgré l'insuccès de sa tentative, plusieurs de ses créations scientifiques ont survécu, et la science moderne a confirmé un certain nombre de ses aperçus.

Leibnitz reprit la thèse d'Aristote, mais en y imprimant les traits de son vigoureux génie. L'entéléchie devint la monade, substance essentiellement active et qui tire tout de son propre fond. L'univers fut peuplé d'une foule innombrable de petites forces, dominées par une loi générale qu'elles suivent sans la connaître et qui est destinée à maintenir l'harmonie générale.

Il est inutile de poursuivre plus loin cette esquisse à larges traits de l'histoire du dynamisme et du mécanisme : ce qui nous importe davantage, c'est de préciser les tendances actuelles des sciences. Cette recherche n'est pas aussi oiseuse qu'on pourrait le croire. Il est généralement admis que les savants doivent uniquement se

borner à observer les faits, à en établir la liaison et les rapports, laissant de côté toute investigation sur la nature des forces et des causes, puisque celles-ci ne tombent point directement sous le contrôle de l'expérience. C'est grâce à l'application rigoureuse de cette méthode expérimentale que les sciences ont fait de si nombreuses et importantes découvertes, et qu'elles se sont débarrassées d'une foule d'entités plus que problématiques. Malgré cette réserve pleine de prudence et qui fait l'honneur de notre époque scientifique, les savants, qu'ils le sachent ou qu'ils l'ignorent, mais le plus souvent à leur insu, ne sont point complètement à l'abri de l'influence des doctrines métaphysiques en vogue. Il est impossible, en effet, lorsqu'on est arrivé à coordonner entre eux une série plus ou moins nombreuse de faits, à les faire entrer dans le cadre d'une formule commune, de ne pas les rapporter à une même origine : en remontant à cette origine, on parvient à découvrir un fait initial qui est le point de départ des autres et auquel ils sont en quelque sorte liés par une loi invariable. Mais comme ce fait initial ne tombe jamais sous l'œil de l'expérience, c'est presque toujours par voie d'hypothèse qu'on se le représente, sauf à prouver que cette hypothèse étant rationnelle, les faits connus s'en déduisent avec rigueur et clarté. Cette tendance universelle des sciences n'a rien qui soit en contradiction avec la méthode scientifique expérimentale, à la condition qu'on s'y abandonne avec beaucoup de réserve, et alors seulement que les faits connus sont assez nombreux, et leurs lois bien constatées.

Quand elle est basée sur ces principes, l'hypothèse a une valeur scientifique réelle : mais il est hors de doute qu'en la formulant les savants s'inspirent des conceptions métaphysiques dominantes, et qu'elle aura un caractère plus ou moins marqué de dynamisme ou de mécanisme, suivant que les intelligences de l'époque seront disposées à adopter l'un ou l'autre système. Les positivistes se trompent quand ils croient pouvoir interdire complètement à la science cette recherche des causes originelles des phénomènes. Il faudrait pour cela supprimer cette tendance irrésistible, à chercher dans toutes les séries de faits le fait initial et primitif. Or, c'est là préci-

ment le désiratum de la science. C'est là ce qu'on tient essentiellement à connaître. Que, par une impatience hâtive, on cherche à combler cette lacune, en se bornant à une observation incomplète, en se livrant à des inductions illégitimes, c'est un danger qu'il faut éviter absolument. La gloire de Bacon et de Descartes est d'avoir ramené les recherches scientifiques dans leur véritable voie, d'avoir rappelé les savants à l'application de la véritable méthode dont Aristote avait déjà donné de si beaux exemples. Sous le rapport de la méthode, les positivistes n'ont donc rien inventé qui ne fut connu : ce qui leur appartient en propre, c'est la prétention abusive de circonscrire le domaine de la science dans un cadre étroit, et de lui interdire jusqu'à ses plus hautes et plus nobles aspirations. Du reste, cette interdiction bien que proclamée par des hommes d'un mérite incontestable n'a rien qui doive nous alarmer. On aura beau vouloir réduire l'univers à une collection de phénomènes, on n'arrachera pas de l'esprit cette croyance intime et universelle qu'il y a des causes à ces phénomènes. On peut ne pas en parler ; on y croit invinciblement, et malgré soi on y fait allusion. Quand Newton disait : j'ignore s'il existe réellement dans les molécules matérielles une force attractive qui les fait tendre les unes vers les autres, mais les choses se passent comme si elle était réelle, et c'est ce fait que j'entends désigner par le mot attraction ; il se maintenait rigoureusement dans les exigences de la méthode scientifique, mais s'il n'était pas affirmatif sur l'essence de la cause, il ne niait pas qu'il existât dans les corps ou hors des corps une force inconnue à laquelle il fallait attribuer les phénomènes de la pesanteur universelle.

TROISIÈME PARTIE

DU MODE D'ACTION DES FORCES MOTRICES ET DE LEUR SIÈGE

§ 1^{er}. — Constitution des corps bruts. — Atomes. — Molécules. — Loi de l'atomicité. — Molécules intégrantes et leur forme établie, soit par la minéralogie, soit par la théorie de la lumière.

Avant de rechercher si la tendance actuelle des sciences relatives aux corps est mécaniste ou dynamise, il nous faut pénétrer plus que nous ne l'avons fait jusqu'ici dans l'étude intime des corps.

L'hypothèse universellement admise par les chimistes, est que les corps se composent de particules excessivement petites, désignées par le nom d'atomes. Ces atomes sont étendus et néanmoins indivisibles. Cette indivisibilité n'est toutefois que relative et lorsqu'on l'attribue aux atomes, on veut dire seulement qu'ils ne peuvent être réduits en parties plus petites, par l'action des forces naturelles actuellement existantes. Les atomes possèdent toutes les propriétés générales constatées dans les corps dont ils sont les éléments. Ils sont pesants, soumis aux influences calorifiques, électriques, etc., mais, en outre, ils sont doués de certaines aptitudes spéciales, et sous ce rapport ils se distinguent spécifiquement les uns des autres. Lorsque dans un corps tous les atomes ont des propriétés exactement similaires, on dit qu'ils sont homogènes, et le corps est considéré comme simple. Sous l'état gazeux, il est admis qu'à volume égal, le total des atomes est le même.

Les atomes qui ont des attributs spécifiques distincts, sont dits hétérogènes, et l'on appelle composé le corps formé par la réunion d'atomes dissemblables. Cette union des atomes n'est point arbitraire : elle est soumise à des règles invariables pour chaque espèce de corps, et il est à remarquer que le rapport numérique des atomes constituants est presque toujours simple et entier. Ainsi, l'eau est une aggrégation de groupes atomiques dans chacun desquels deux atomes d'hydrogène sont accouplés à 1 atome d'oxygène.

Si au lieu de considérer le nombre des atomes, on a égard aux volumes qu'ils occupent, on constate également l'invariabilité des rapports. Un volume d'oxygène exige deux volumes d'hydrogène pour constituer l'eau. Mais ce qui est à noter, c'est que la masse d'eau formée par cette combinaison de trois volumes, n'en représente plus que deux. Il y a eu condensation, et, par suite, diminution de volume. Ce fait n'est point particulier à l'eau. La chimie en fournit de nombreux exemples. Telles étaient les notions admises par les chimistes sur la constitution des corps à la suite des travaux remarquables de Dalton, de Gay-Lussac, de Berzelius. Tout en acceptant les affirmations de ses devanciers, M. Dumas fit un pas de plus. Il remarqua que dans les combinaisons, un ou plusieurs atomes constituants peuvent être remplacés par un nombre équivalent d'atomes appartenant à une espèce différente. La combinaison nouvelle, bien que formée en partie par des éléments autres que ceux de la première, lui ressemble à beaucoup d'égards, et l'on peut dire que toutes deux, par l'analogie des propriétés, appartiennent à la même famille. Cette théorie, connue sous le nom de théorie des substitutions, élargissait considérablement le cadre des affinités chimiques et modifiait d'une manière notable les idées reçues sur le groupement des atomes. Toutefois, Dumas ne tira point de ses découvertes toutes les conséquences qu'elles renferment. Laurent insista plus qu'on ne l'avait fait avant lui, sur les caractères de la molécule chimique. Toutes les fois que des atomes hétérogènes se groupent suivant les lois établies par Dalton et Gay-Lussac, leur assemblage constitue une molécule. Un corps composé est la somme de molécules semblables à éléments complexes, et leurs caractères spécifiques sont ceux de ses molécules elles-mêmes. Dans tous les corps composés qui ont une certaine analogie, les molécules renferment un certain nombre d'atomes dont les propriétés, le mode de groupement sont identiques : cet assemblage forme une espèce de noyau, de squelette, dont les vides sont remplis par d'autres atomes, et comme ces atomes complémentaires peuvent varier, se substituer les uns aux autres, suivant les observations de Dumas, c'est à eux que les molécules de même famille doivent d'avoir des

caractères spécifiques différents. Gerhardt, qui avait travaillé avec Laurent, compléta ce système, et pour lui enlever ce qu'on pouvait trouver arbitraire dans la structure des molécules noyaux, les remplaça par une formule plus en harmonie avec le langage chimique : il créa les radicaux types. C'est surtout dans ses travaux de chimie organique, que Gerhardt montra tout le parti qu'on pouvait tirer de cette manière nouvelle de concevoir les agrégats moléculaires. Entrés dans cette voie, les chimistes ne s'arrêtèrent point à la limite atteinte par Laurent et Gerhardt. Jusqu'à présent nous avons admis que la molécule était essentiellement complexe ; qu'elle était toujours formée de deux ou plusieurs atomes hétérogènes. Mais pourquoi un corps simple ne se composerait-il pas à son tour de molécules dont les éléments atomiques seraient homogènes ? Il doit en être ainsi suivant M. Wurtz et la jeune école chimique. Tout corps simple est un agrégat de molécules polyatomiques. Dans la molécule d'hydrogène libre, il y a deux atomes, etc. Dans une molécule, qu'elle soit formée d'éléments homogènes ou d'éléments hétérogènes, à un ou plusieurs atomes, peut se substituer un nombre égal d'autres atomes. En comparant les résultats de certaines analyses, il semble même que souvent un atome, au lieu d'être remplacé par un seul atome dissemblable, l'est par une molécule complexe. Comment expliquer cette substitution qui paraît peu s'accorder avec les lois précédentes ? Pour résoudre cette contradiction apparente, M. Wurtz attribue aux atomes une propriété nouvelle. Prenons pour exemple les quatre corps simples les plus répandus dans les combinaisons organiques : l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le carbone. Ils peuvent être considérés comme les premiers termes de quatre séries, dans lesquelles nous rangerons tous les autres corps simples déterminés par la chimie. A la série hydrogène se rapportent le fluor, le chlore, le brome, l'iode, le lithium, le sodium, le potassium, le césium, le rubidium, l'argent, l'or, le thallium ; sont placées dans la série oxygène, le soufre, le tellure, le calcium, le strontium, le baryum, le plomb, la magnésium, la manganèse, le fer et le zinc. La série azote comprend le phosphore, l'arsenic, l'antimoine et le bismuth. Enfin, sont considérés comme

les analogues du carbone, le silicium, le titane, l'étain, le tantale et le zirconium.

Cette classification admise, voici les caractères atomiques qui les distinguent : Pour tous les corps de la première série, une combinaison sera stable si un atome est associé à un autre atome quelconque. Dans la série oxygène, un atome en exige deux autres : il en faut trois contre un de la série azote pour obtenir la saturation. Un atome de la série carbone n'est satisfait que par son union avec quatre atomes. Ces rapports expriment la loi de l'atOMICITÉ dans chacune des séries indiquées. Si donc nous considérons une combinaison quelconque, elle n'aura de stabilité qu'autant que les atomicités de tous les atomes constituants seront neutralisées. Soit par exemple un groupe moléculaire représenté par deux atomes oxygène, trois atomes hydrogène, quatre atomes carbone, et admettons que les atomes d'oxygène étant séparés, l'un soit uni à l'hydrogène et l'autre au carbone. Le premier atome oxygène pourra être saturé par deux atomes hydrogène; le deuxième par deux atomes carbone : il restera donc un atome hydrogène et deux atomes carbone libres : si l'atome libre d'hydrogène fixe à lui un atome carbone, il restera encore un atome carbone qui, suivant la loi d'atOMICITÉ, exigera, pour être saturé, ou quatre atomes de la première série, ou deux atomes de la deuxième, ou un de la dernière. On voit qu'il est plusieurs manières de satisfaire aux lois de l'atOMICITÉ; mais, néanmoins, la solution obtenue n'est point arbitraire : elle varie suivant que le corps appartient à tel ou tel type et dépend du mode de groupement moléculaire.

La théorie de l'atOMICITÉ est, en effet, le complément de la conception des radicaux types introduits par Gerhardt : elle maintient le rôle important de la molécule, et celle-ci se trouve, en définitive, l'élément fondamental des corps, de même que l'atome est l'élément fondamental de la molécule.

Nous ne pouvons donner qu'une idée imparfaite de la théorie de l'atOMICITÉ : ce qui précède suffira, nous l'espérons, pour faire comprendre comment la nouvelle école chimique se représente la cons-

titution des corps. Il est un point cependant sur lequel cette école garde une prudente réserve.

De qu'elle manière sont groupés les atomes dans la molécule ? Comment, à leur tour, se disposent les molécules dans l'intérieur du corps qui résulte de leur assemblage ? Les chimistes, en général, laissent de côté cette importante mais obscure question ; en revanche, les minéralogistes ont essayé de la résoudre et en ont proposé une solution. Lorsque Haüy eut établi les lois de la cristallographie, il émit l'idée théorique que les corps cristallisés étaient formés par la juxtaposition de cristaux élémentaires d'une petitesse extrême. Il était naturel alors d'admettre que ces cristaux invisibles n'étaient autre chose que les molécules elles-mêmes. Dans celles-ci, les atomes constituants seraient donc groupés de telle sorte que l'ensemble aurait une figure régulière, géométrique ; mais s'il en est ainsi, le nombre et l'espèce des atomes constituants déterminant la composition de toute molécule, il est possible, cette composition étant connue par l'analyse, de chercher *à priori* par quel mode de groupement convenable on obtiendrait telle ou telle figure donnée.

Jusqu'à présent, les essais tentés dans cette voie par des esprits ingénieux n'ont pas abouti à des résultats complètement satisfaisants. Rien ne prouve, en effet, que chacun des cristaux élémentaires se compose d'une molécule unique. Il est même probable que dans beaucoup de cas plusieurs molécules s'unissent pour constituer l'élément cristallographique, la molécule intégrante du cristal, ainsi que l'appelle Haüy. Bien que l'on ait échoué jusqu'à présent dans la confirmation au moyen des données chimiques de l'hypothèse de Haüy, elle ne laisse pas de jouir d'une incontestable autorité, et la théorie de la lumière est venu lui donner une nouvelle faveur. Les phénomènes de simple et double réfraction, de polarisation, s'expliquent en admettant que les atomes impondérables de l'éther sont distribués symétriquement autour des molécules des corps, et cette distribution exige que les molécules elles-mêmes possèdent une configuration symétrique.

Nous arrivons donc par une autre voie à nous représenter les molécules douées de figures spéciales. Mais, en outre, l'admirable

régularité avec laquelle se propage le mouvement lumineux implique celle non moins rigoureuse de l'arrangement moléculaire dans l'intérieur du corps. Le moindre défaut dans la régularité du groupement des molécules troublerait la marche des ondes lumineuses et introduirait des perturbations faciles à constater.

Cette ordonnance si parfaite des petites masses moléculaires, qui se révèle avec tant d'évidence chez les corps cristallisés, se rencontre même à un certain degré chez les corps à structure amorphe. Il est possible, d'ailleurs, de la faire apparaître en soumettant ces corps à certaines opérations préalables. L'on sait qu'il suffit de répandre à la surface des plaques minces des matières légères et pulvérulentes pour faire apparaître la disposition souvent si compliquée mais toujours symétrique des lignes nodales produites par les vibrations sonores. D'un autre côté, le verre trempé manifeste des phénomènes non équivoques de polarisation.

En nous éclairant successivement des lumières fournies par la chimie, la minéralogie et la physique, nous avons résumé les idées ayant cours sur la structure intime des corps ou masses pondérables. Pour ne rien omettre d'essentiel, nous devons faire remarquer qu'indépendamment des atomes soumis aux lois de la gravitation universelle, les physiciens ont cru devoir admettre l'existence d'atomes impondérables répandus dans la totalité de l'espace et occupant même en partie les vides laissés par les molécules qui composent la masse des corps. La subtilité de ces atomes dépasse de beaucoup celle des atomes pesants, bien que celle-ci échappe déjà à tous nos moyens d'investigation. Leur ensemble constitue ce que l'on nomme l'éther. La science n'a aucun moyen d'établir d'une manière certaine la réalité de cette espèce de fluide ; néanmoins, on y place le siège des phénomènes lumineux, et très-probablement il est appelé à nous fournir l'explication des phénomènes calorifiques et électromagnétiques. Nous avons déjà dit que, suivant l'opinion admise, les atomes éthérés étaient symétriquement disposés autour des molécules pondérables et leurs constituaient une espèce d'atmosphère ; ajoutons à cela que tant qu'aucune cause extérieure ne vient détruire leur équilibre, ils sont maintenus en repos en vertu de

l'influence mutuelle qu'il exercent les uns sur les autres ou qu'ils subissent de la part des molécules, et nous connaîtrons toutes les propriétés que l'on a cru pouvoir leur attribuer.

§ 2. — Constitution des corps organisés. — Molécules organiques : leur forme probable. — Cellules. — Organes.

Si des corps bruts l'on passe aux corps organisés, l'analyse chimique nous permet de reconnaître que les éléments primordiaux sont exactement les mêmes chez les deux espèces de corps. Décomposée par les procédés connus, toute substance douée à un certain moment des attributs organiques ou vitaux se résout en des corps simples que la chimie inorganique nous apprend à connaître. Les plus répandus chez les êtres organisés sont l'hydrogène, l'oxygène, le carbone et l'azote : quelques autres, tels que le soufre, le phosphore, le fer, se rencontrent fréquemment ; il en est enfin quelques-uns qui semblent accidentels ou destinés à donner naissance à certains produits spéciaux de l'organisation. Que ces atomes, obéissant soit aux lois chimiques ordinaires, soit en concurrence avec elles à d'autres lois caractérisées par des phénomènes différents, se combinent pour constituer des molécules, c'est ce dont on ne saurait douter.

Bien que peu avancée sur beaucoup de points, la chimie inorganique établit d'une manière certaine l'existence des molécules organiques, molécules dont la composition est beaucoup plus complexe que celle des agrégats du même ordre qui forment les corps bruts. Mais si la nature et le nombre des atomes qui constituent les molécules organiques est assez bien connue, il n'en est pas de même du mode de groupement de ces atomes. Nous avons vu que chez les corps non organisés, il était excessivement probable que ce groupement constituait une forme régulière, cristalline : en est-il de même chez les êtres organisés ? Sans avoir la prétention de trancher la question, nous allons présenter quelques faits d'où il est permis de conclure à l'affirmative sur cette question.

M. Trécul est le premier qui signala dans certains grains amy-

lacés la tendance à la forme cristalline. M. Payen, qui remarqua le fait sans y attribuer beaucoup d'importance, en donna dans sa *Chimie industrielle* d'excellentes figures ; ainsi les grains du Sorgho rouge et du *Panicum italicum* sont généralement hexagones. Dans l'*Aylanthus glandulosa*, ils paraissent tantôt romboédriques, tantôt tétraédriques. M. Payen pensait que ces formes étaient le résultat de la pression mutuelle des grains agglomérés en petits amas, et qu'on pouvait les attribuer aux mêmes causes qui déterminent la figure hexagonale des alvéoles dans les rayons de miel. Ce n'est point l'opinion de M. Trécul ; ce dernier admet, et par des observations très-précises, établit que les grains mêmes isolés affectent une forme régulière et polyédrique. S'il en est ainsi, le grain étant l'agrégat d'un certain nombre de molécules, il est assez rationnel de conjecturer que ces molécules elles-mêmes ont une figure cristalline. Toutefois, cette conclusion pouvant être contestée et ne reposant que sur l'observation d'une seule espèce de corps, nous allons indiquer d'autres faits plus généraux. Nous avons déjà vu, en étudiant les molécules inorganiques, que leur forme cristalline était dans une relation étroite avec les phénomènes lumineux ; c'est à ces derniers que nous allons nous adresser pour savoir si l'on peut assigner une forme analogue aux molécules organiques. Or, l'on a observé déjà depuis longtemps les effets remarquables produits par un rayon polarisé sur les grains de fécule de pommes de terre. Lorsque la lumière est éteinte, les grains se détachent avec un vif éclat sur le champ obscur, et sont traversés par une croix noire analogue à celle que l'on aperçoit dans les mêmes circonstances chez les cristaux de spath calcaire taillés perpendiculairement à l'axe. Les os, les dents, réduits à l'état de plaque mince, montrent des couleurs très-vives, exactement comme les verres trempés. Notre curiosité éveillée par ces faits, nous avons voulu vérifier si ces phénomènes avaient une grande généralité ; voici quelques observations sur cet intéressant point de vue qui mériterait une étude spéciale. Les feuilles de plusieurs espèces de mousses paraissent brillantes dans la lumière éteinte : nous citerons, en particulier, l'*Hypnum sericeum*, le *Pylaisea polyantha*, l'*Hylocomium*

splendens, l'*Hypnum purum*. Chez les deux premiers surtout, le phénomène est très-remarquable. Dans le *Mnium rostratum*, les parois des cellules sont vivement éclairées, et figurent un tulle argenté. Chez le *Fabronia pusilla*, les lanières des feuilles ressemblent à des aigrettes étincelantes. En général les organes filiformes des végétaux s'illuminent et projettent un éclat des plus vifs. C'est ce qu'on peut observer pour les poils épineux du *Syntrichia ruralis*, ceux de la feuille chez la ronce commune et chez le *Cytisus laburni*. Les filaments de coton, de lin présentent un spectacle des plus attrayants. Il suffit d'un faible mouvement de rotation pour faire apparaître des variations de couleurs. Nous avons observé les mêmes phénomènes dans les organes filamenteux d'origine animale : la soie, la laine, les poils de lépidoptères, les cheveux humains agissent énergiquement sur la lumière polarisée. Des tranches minces découpées transversalement dans les tiges de plusieurs végétaux, telles que la Bruyère commune, le Caragana, la Salsepareille, le Jonc commun montrent leur tissu traversé par une lumière éclatante, alors que tout rayon lumineux est intercepté à la périphérie.

Pour ne point donner trop d'étendue à ces considérations, citons comme dernier fait la déviation bien connue du plan de polarisation produite par les solutions sucrées. Or l'on sait que ces solutions sont très-abondantes dans le règne végétal, et se rencontrent même bien que moins fréquemment chez les animaux. La matière amylacée, qui est en quelque sorte la base fondamentale des tissus végétaux, se convertit d'ailleurs très-facilement en dextrine et en matière saccharine, et cette conversion est une des opérations les plus ordinaires faites par la nature.

Tous les faits qui viennent d'être cités plaident singulièrement en faveur de l'opinion qui attribuerait aux molécules organiques une forme cristalline et un agencement régulier. Pour en trouver de semblables chez les corps bruts, il faut expérimenter sur ceux que l'on sait être cristallisés, ou avoir subi une transformation moléculaire spéciale, qui les rapprocherait des corps à figure cristalline. Si donc chez les corps bruts, on a dû assigner aux molé-

cules elles-mêmes une configuration symétrique, il n'est pas illogique de l'attribuer pareillement aux molécules organiques.

Du reste, chez les êtres doués d'organisation, le rôle fondamental ne paraît pas appartenir aux molécules, ainsi que la chose a lieu pour les corps bruts. Le groupement moléculaire s'y complète par un nouveau terme qui est à la molécule ce que celle-ci est aux atomes simples. Nous voulons parler des cellules.

Les travaux des histologistes ont établi d'une manière suffisante cette dernière affirmation, et il est inutile d'y insister.

A plus forte raison, nous n'entreprendrons pas de décrire les formes diverses de la cellule, soit chez les végétaux, soit chez les animaux, ni les modifications variées qu'elle est apte à subir. Il nous suffit de constater le principe suivant : si dans tous les corps bruts, simples ou composés, les atomes indivisibles s'associent pour constituer des groupes ou molécules, si celles-ci à leur tour se groupent de diverses manières pour former les corps, chez les êtres organisés, les molécules, en vertu d'une évolution plus étendue de la même loi d'association, se réunissent les unes aux autres pour créer un élément plus complexe, une cellule. Les cellules ainsi engendrées se juxtaposent et donnent naissance aux tissus, et par suite aux organes. L'on peut objecter que les êtres organisés ne renferment pas que des cellules. On y rencontre des matières liquides, telles que la sève, le sang, la lymphe, etc. Les cellules elles-mêmes sont presque toujours remplies par des granulations disséminées en nombre considérable au sein d'un mucilage plus ou moins épais. Mais parmi les substances liquides que l'on observe dans l'organisme, le plus grand nombre, et peut-être même toutes sans exception, sont les produits de l'énergie organique des cellules. Ce sont des sécrétions et non pas des éléments immédiats de l'organisation : les unes sont rejetées au dehors, les autres servent de véhicule aux molécules qui doivent entrer dans la composition des tissus : mais il faut que ces molécules aient fait partie intégrante d'une cellule pour qu'elles puissent acquérir de véritables fonctions vitales. Seules elles sont impuissantes à entretenir la vie et ne tardent pas à se décomposer : leurs éléments se séparent et

rentrent sous les lois qui régissent la nature inanimée. Les cellules, au contraire, sont presque toujours aptes à reproduire des parties similaires, et il n'est pas rare de voir certaines portions de tissu cellulaire, détachées d'un végétal ou d'un animal, conserver leur puissance d'organisation, et, si elles sont placées dans les conditions convenables, parcourir toutes les phases de l'évolution vitale.

Le caractère essentiel de la cellule est l'assimilation, c'est-à-dire cette propriété qui consiste en ce qu'elle peut faire entrer dans sa composition les molécules puisées au dehors et réciproquement expulser hors de son sein, après leur avoir fait subir des transformations appropriées au but général de la vie une partie de celles qui la constituaient. En général, les molécules assimilées ont subi des modifications préalables, et par la qualité ou le mode de groupement de leurs atomes, appartiennent déjà à ce qu'on appelle des substances organiques ; mais souvent aussi, bien qu'appartenant à la catégorie des matières brutes, elles sont incorporées aux cellules et en forment un élément essentiel. Telle est le cas des nombreux cristaux que l'on trouve régulièrement à l'intérieur de certaines cellules végétales et animales ; les dépôts de phosphate calcaire dans les cartillages et surtout dans les os ; les formations ligneuses rentrent dans la même catégorie d'exemples.

Chez les êtres organisés placés au plus bas de l'échelle, aussi bien dans le règne végétal que dans le règne animal, les cellules sont le terme le plus élevé de l'organisation. A elles seules, elles composent la trame organique dans toute une classe immense de végétaux, les cryptoganes cellulaires, et, sans se modifier sensiblement, suffisent, sous leur forme la plus habituelle, à remplir toutes les fonctions de la vie végétale. C'est ce qui a lieu notamment chez les infusoires et quelques autres animaux d'une grande simplicité. L'on connaît même un grand nombre d'êtres organisés réduits à une cellule unique, tels sont quelques algues, quelques champignons, les vibrioniens, les monadiens, les thécamonadiens et un grand nombre d'animalcules microscopiques. Mais dans la plupart des végétaux, et d'une manière plus évidente encore chez les animaux, les cellules, au lieu de former un tissu continu dont chaque

élément remplit une fonction similaire, se groupent à leur tour et forment des agglomérations distinctes. Ces groupes sont destinés chacun à jouer un rôle spécial, et leur forme comme leur structure sont appropriées à ce rôle. Ce sont les organes ; plus l'on s'élève dans l'échelle des êtres, et plus en général les organes sont multiples ; plus, surtout, la nature de leurs fonctions est nettement déterminée et circonscrite, plus encore leur configuration externe et leur texture intérieure sont soumises à des lois constantes. L'apparition des organes est l'expression la plus haute de l'association des particules matérielles, et après les avoir signalés, nous devons clore ce résumé rapide de nos connaissances sur cet important sujet. Essayons maintenant, en partant de ces données, d'indiquer laquelle des deux solutions dynamisme ou mécanisme semble obtenir les préférences des savants.

§ 3. — Le point de vue actuel dominant dans les sciences des corps bruts est le mécanisme.

Un très-grand nombre des phénomènes naturels semble devoir être attribué à une influence dont le caractère essentiel est de faire tendre les diverses parties matérielles les unes vers les autres comme si elles s'attiraient mutuellement. Cette tendance constitue la gravitation universelle. L'on doit rapporter à la même tendance l'adhérence des molécules les unes aux autres dans les corps solides. Toutefois, comme il est impossible d'expérimenter sur les molécules invisibles et séparées par des intervalles qu'on ne peut mesurer, on a pour distinguer cette tendance spéciale de la précédente créé le mot spécial de cohésion. Ni la cohésion, ni la gravitation qui sont générales à toute matière pondérable ne peuvent expliquer à elles seules le groupement des atomes hétérogènes et des molécules de composition différente. Pour en rendre compte, l'on a recours, à une nouvelle propriété, l'atomicité : celle-ci varie suivant la nature des atomes simples. Elle est en outre élective. En effet, des faits observés par les chimistes, il résulte que non-seulement un atome quelconque manifeste une tendance à

à approcher de lui un nombre plus ou moins considérable d'atomes hétérogènes, mais qu'il semble faire un choix et s'attacher aux uns de préférence aux autres. Les doubles décompositions sont une preuve manifeste de ce fait remarquable et qui révèle dans les atomes des propriétés spéciales qui constituent ce que l'on appelle l'affinité.

Or, physiciens et chimistes sont également d'accord pour placer dans les atomes eux-mêmes et par suite dans les molécules qui ne sont autre chose que des groupes d'atomes, le principe de ces tendances ou forces diverses que nous venons d'indiquer. *Les forces chimiques*, dit M. Wurtz, qui ne fait ici qu'exprimer l'opinion générale *résident dans les dernières particules, c'est-à-dire, dans les atomes des corps*. Les physiciens ne parlent pas autrement : pour eux chaque parcelle de matière possède une puissance attractive, une force qui tend à faire mouvoir vers elle les masses matérielles environnantes, et à les retenir fortement adhérentes lorsque la distance est excessivement faible. Si, physiciens et chimistes sont d'accord sur ce point, que les forces ou tendances précitées résident dans les corps eux-mêmes ou plutôt dans chacun de leurs éléments, on doit en conclure qu'ils inclinent vers un dynamisme très-accentué. Il n'en est rien. L'atome possède suivant les savants une force réelle ; mais si la science actuelle est dynamiste, elle doit admettre que l'atome se meut en vertu de sa force propre, et que l'initiative de ses mouvements lui appartient. L'atome agissant *motu proprio* doit se placer de lui-même dans telle ou telle position. Dans une véritable théorie dynamique, il n'y a pas d'action mutuelle, de mouvements dépendants, d'énergies externes ; chaque particule de matière agit spontanément, sans y être déterminée par les tendances qui se produisent autour d'elle, et s'il y a concordance entre tous ces mouvements automatiques, s'ils concourent à un résultat final régulier, c'est qu'en vertu d'une prédisposition étrangère à ces particules, d'un plan préconçu et auquel elles sont obligées de se conformer sans le connaître, elles ont chacune dans leur indépendance propre, effectué le mouvement nécessaire pour atteindre cette fin. C'est ce que Leibnitz avait parfaitement compris

quand il supposait que ses monades étaient en quelque sorte, chacune l'expression de l'univers, qu'elles en possédaient en elles l'image réduite, et il avait recours à une harmonie préétablie pour obtenir la concordance de tous leurs mouvements indépendants.

Tout autre est le point de vue où se place la science moderne. La force qui réside dans chaque atome est impuissante à faire mouvoir l'atome lui-même, mais s'exerce seulement sur les atomes qui l'environnent. Le mouvement de chacun d'eux n'est pas produit par la puissance qu'il possède en propre, mais par une tension qui vient du dehors et dont l'intensité varie suivant la nature de la force en exercice. Ce que nous disons des atomes s'applique exactement aux molécules, si l'on considère leurs actions mutuelles. On peut objecter que cette affirmation de notre part est hypothétique. Mais nous ferons remarquer qu'il ne s'agit point pour nous de savoir qu'elle est la cause réelle des phénomènes. Il s'agit seulement de signaler la conception acceptée par la pluralité des savants. Or, bien que ces mots attraction, affinité, ne désignent pour eux que des faits, le choix de ces mots eux-mêmes révèle la tendance mécaniste des théories scientifiques. L'une des propriétés fondamentales des corps et par conséquent de leurs parties quelles que petites qu'on les suppose, n'est-elle pas l'inertie ? Or, l'inertie, qu'est-ce autre chose que l'impossibilité pour tout corps brut de se donner un mouvement à lui-même ou de modifier celui qu'il a reçu. La notion d'inertie exclut le dynamisme et ne peut se concilier qu'avec un système mécanique. Si donc, les théories de la gravitation, de l'attraction moléculaire ou cohésion, de l'attraction élective ou affinité reposent sur une conception dynamiste qui fait résider dans les atomes eux-mêmes, les forces déterminant les mouvements correspondants, le mode d'action de ces forces et les lois des mouvements qui en résultent caractérisent un véritable système mécaniste.

Ce que nous venons de dire des atomes pondérables s'applique également à ces atomes hypothétiques, que l'on suppose soustraits à l'action de la pesanteur et qui constituent l'éther. La définition de l'éther est celle-ci : c'est un fluide élastique composé d'une

multitude innombrable d'atomes impondérables et sollicités par leurs actions mutuelles à s'écarter les uns des autres. La loi de ces actions répulsives n'est point connue. Cependant, il résulte de certaines recherches de Cauchy qu'elle dépendrait des distances suivant une raison inverse comprise entre la troisième et la quatrième puissance. Admettre une action répulsive c'est encore établir une influence qui s'exerce par un atome, non pas sur lui-même mais sur un autre. Du reste, on n'hésitera pas à reconnaître que lorsque les atomes de l'éther sont dérangés de leur position d'équilibre, l'ébranlement à pour point de départ initial une tension quelconque sur l'éther environnant, tension que nous pouvons provoquer artificiellement.

Quoi qu'il en soit, constatons qu'en physique comme en chimie, c'est par une action des atomes les uns sur les autres, c'est-à-dire, par une action mécanique, que l'on explique la plupart des faits observés.

§ 4. — Le point de vue actuel dominant dans les sciences des corps organisés est un véritable mécanisme. — Examen des doctrines soutenues par les animistes, les vitalistes et les organiciens.

Si l'on demande aux sciences qui ont pour objet les êtres organisés la solution du problème posé dans ce chapitre, l'on éprouvera des difficultés d'autant plus grandes que ces sciences, riches en faits, ne sont pas aussi avancées que les précédentes dans les formules exactes des lois. Pour ne pas entrer dans de trop longs détails, nous nous bornerons à l'examen rapide des systèmes relatifs aux êtres animés et vivants. En se renfermant dans ces limites, l'on se trouvera en présence de trois hypothèses. Les uns, ce sont les animistes, admettent que la formation des organes, que les rouages si compliqués de l'organisation, depuis les mouvements les plus infimes de chaque molécule, jusqu'à ceux très-manifestés des divers appareils organiques, ont pour cause et force motrice l'âme elle-même, c'est-à-dire une substance spirituelle, intelligente et raisonnable. Toutefois, ils reconnaissent qu'en tant que cause des phénomènes physio-

logiques, elle agit sans avoir la conscience de ses actes et en vertu d'une énergie toute spontanée.

Pour d'autres, cette espèce de fractionnement de l'âme qui ne connaîtrait qu'une partie de sa puissance, serait si sujette à erreur pour les actes dont elle a conscience, et si sûre d'elle-même pour ceux qu'elle ignore, paraît tout à fait incompréhensible. Ils placent l'organisme sous la dépendance d'une substance également spirituelle mais différente de l'âme : cette substance est le principe vital. Nous n'avons point à prendre parti entre ces deux doctrines très-distinctes : remarquons seulement qu'elles ont un caractère commun. Toutes deux attribuent les phénomènes organiques à une force étrangère aux organes, à une force spirituelle dont l'essence ne comporte aucun des attributs propres aux corps, aux molécules ou aux atomes. Or, dès l'instant que l'impulsion, de quelque nature qu'elle soit, qui est communiquée aux diverses parties matérielles de l'être vivant vient du dehors, est l'effet d'une puissance externe et ne leur appartient pas en propre, nous avons une solution mécaniste.

La doctrine de l'animisme est surtout défendue par les métaphysiciens ; elle dérive en ligne directe de la doctrine aristotélicienne modifiée par saint Thomas : c'est peut-être la raison pour laquelle elle jouit d'un mince crédit auprès des savants spéciaux. Quant à la théorie du principe vital, bien qu'elle soit soutenue avec éclat par l'école de Montpellier, les nombreuses objections auxquelles elle donne lieu, l'ont fortement compromise, et la plupart des physiologistes paraissent adopter un point de vue très-différent que nous allons examiner. Suivant cette nouvelle manière de voir, qui est celle des organiciens, la puissance vitale réside dans les organes eux-mêmes ; mais cette puissance n'est point l'attribut d'une substance distincte : elle n'est autre que l'énergie fonctionnelle du tissu organique, et comme en définitive ce tissu se compose d'une collection d'éléments cellulaires, elle appartient aux cellules elles-mêmes. Toutefois il faut distinguer l'activité qui est le fait de chacune des cellules prises isolément de celle qui résulte de leur agrégation.

Cette énergie dynamique des organes n'est pas contestable, mais il est facile de reconnaître qu'elle agit suivant deux modes distincts et

qu'il importe de ne pas confondre. Si en effet l'on considère un organe quelconque comme un tout possédant une fonction déterminée, on s'apercevra qu'il exerce son influence soit sur d'autres organes soumis à sa sphère d'action, soit sur des matières étrangères, qu'elle fassent ou non partie de l'organisme, qu'elles viennent directement du dehors ou qu'elles soient déjà soumises aux énergies vitales. C'est ainsi que les centres nerveux tiennent, en quelque sorte, sous leur dépendance les divers appareils musculaires et au moyen des excitations qu'ils produisent déterminent les contractions et les mouvements. Le cœur chasse le sang dans les artères; le foie et le pancréas deversent dans le liquide épais et mélangé au chyle, le produit de leurs sécrétions spéciales: les poumons par un gonflement mécanique aspirent l'air normal et le rejettent dépouillé de son oxygène. Dans tous ces faits et bien d'autres que nous pourrions citer, chaque organe pris dans sa totalité exerce son action au dehors et sur quelque chose d'extérieur. Mais indépendamment de cette influence qui semble être le fait de l'organe tout entier, chacun d'eux offre des phénomènes spéciaux dont son tissu propre est le siège: ainsi les uns produisent des sécrétions d'une nature particulière et qui sont utilisées dans l'intérieur de l'organisme: chez d'autres les produits sont destinés à être éliminés; enfin, dans un certain nombre on reconnaît l'existence plus ou moins manifesté de mouvements ou d'excitations.

Toutes ces diverses manifestations de la puissance interne des organes sont l'effet des actions propres aux cellules constituant l'organe, en sorte, qu'étant admis dans chaque cellule une force particulière, l'action produite par l'organe entier peut être attribuée à une résultante formée par l'addition de ces forces isolées. C'est ce que l'on peut vérifier chez les êtres organisés inférieurs. Quand on retranche une partie de certains organes, la partie restant adhérente à l'organisme ne cesse pas de fonctionner; ce qui prouve bien que dans chaque organe, pourvu que la fonction ne soit pas dans une dépendance étroite avec une forme déterminée, chaque portion, chaque élément, pour ainsi dire, agit en quelque sorte séparément. Comme les éléments organiques par excellence ne

sont autre chose que les cellules, ce sont elles qu'il faut étudier spécialement pour savoir si la force vitale agit dynamiquement ou mécaniquement.

Rappelons d'abord que les cellules se composent de molécules organiques soumises aux propriétés générales de la matière. *Sous le rapport des molécules intégrant des corps organisés et des lois qui régissent leurs combinaisons, dit Charles Robin, il n'y a pas de différence absolue à établir entre les corps bruts et les corps vivants.* Or, nous avons établi que si l'on était d'accord à considérer les atomes et les molécules comme le siège d'une force soit attractive, soit répulsive, mais que cette action s'exerçait toujours sur les atomes et les molécules extérieurs, c'est-à-dire, suivant une impulsion mécanique. Il faut donc admettre que dans les molécules qui constituent les cellules les mêmes tendances se produisent. Une cellule n'est autre chose qu'une agrégation de molécules. L'action totale n'est elle-même que la somme de ses actions moléculaires, et si celles-ci sont attractives ainsi que les faits semblent l'indiquer, la force inhérente à la cellule est une force attractive. *Chaque élément anatomique, distinct des autres quoique enchevêtré avec eux, dit l'auteur déjà cité, choisit et s'approprie les molécules qui lui sont nécessaires, s'accroît pour son propre compte.*

Tout ce que les observations nous ont fait connaître sur les divers modes d'activité cellulaire témoignent en effet de cette énergie qu'on peut qualifier d'attractive à en juger par ses effets. Ces modes d'activité se manifestent dans trois catégories de phénomènes différents : dans la formation des cellules, dans leur accroissement, dans la fabrication des produits qu'elles élaborent. La formation peut être rapportée à deux types : formation libre, formation endogène. Dans la première, les granulations excessivement fines du cytotlastème environnant se groupent autour d'un noyau libre, et acquièrent leur forme définitive de cellules en s'entourant d'une membrane.

Dans la formation endogène, c'est à l'intérieur d'une cellule déjà formée que l'action se manifeste. Le protoplasma intérieur

joue le rôle de cytotlastème et s'accumule, soit en une seule masse autour du noyau s'il est unique, des noyaux multiples s'il en a plusieurs, soit même autour d'un centre d'attraction invisible. Chacune des petites masses protoplasmiques formée devient une cellule parfaite dès qu'une membrane s'est constituée à la périphérie. Nous n'avons indiqué que les cas généraux de la naissance des cellules ; mais ils peuvent tous se ramener aux précédents et même à ce fait qui les résume tous : groupement des molécules en vertu d'une tendance attractive. *Des faits précis*, dit M. Kolliker, *parlent en faveur de l'existence d'une semblable force*, et plus loin : *mettre quelque chose de meilleur ou de plus positif, n'est pas possible aujourd'hui*.

L'accroissement des cellules se fait par des moyens analogues à ceux qui ont présidé à leur formation. Il suffit de citer les circonstances qui apparaissent les plus fréquentes. Tantôt la cellule grandit par l'adjonction de matières puisées au dehors ; sa membrane se distend et s'épaissit par couches successives, sa cavité intérieure se dilate et se remplit ; tantôt les petites cellules que nous avons vu se former à l'intérieur d'une autre déjà existante, augmentent de volume, et bientôt la membrane enveloppe de la cellule mère ne pouvant plus les contenir, se rompt et se détruit. La cellule unique est alors remplacée par trois ou quatre cellules qui occupant un espace plus considérable, déterminent une extension générale du tissu dont elles font partie. Ces phénomènes, comme on le voit, révèlent nettement la puissance attractive que les cellules exercent sur les molécules environnantes.

Quant aux faits de la vie des cellules et qui ne concourent directement du moins ni à leur formation, ni à leur accroissement, on peut, d'après Kolliker, les ranger sous les trois désignations suivantes : emprunt de matières, métamorphoses de matières, restitution de matières. Dans la première catégorie se rangent des faits qui indiquent chez les cellules des propriétés caractérisées d'endosmose, avec cette différence, toutefois, que dans le phénomène physique qui porte ce nom la condition suffisante est la différence de densité entre les deux liquides, tandis que les membranes

cellulaires semblent avoir une affinité élective plus prononcée pour certains liquides que pour d'autres.

Quant aux métamorphoses de matières et aux restitutions de matières, en d'autres termes produits secrétés et excrétés, toutes les substances élaborées par les cellules sont des combinaisons plus ou moins complexes, et par conséquent, s'expliquent par le mécanisme général que nous avons reconnu dans les atomes et les molécules soumis aux lois chimiques. Ces combinaisons sont en même temps sous la dépendance des lois spéciales à l'organisation, et Charles Robin a pu définir la vie : *un double phénomène de mouvement moléculaire, à la fois général et continu, de composition et de décomposition, que présentent les corps organisés placés dans un milieu convenable.*

La conclusion de tout ce qui précède, c'est que de même que pour les corps bruts, les éléments organiques, molécules et cellules, paraissent doués de certaines énergies et puissances attractives, et que ces énergies ont pour effet d'imprimer aux molécules extérieures un mouvement déterminé.

Si chaque organe a une forme et une fonction qui lui sont particulière, c'est que les cellules dont il se compose exercent mutuellement les unes sur les autres une tension qui les retient et les assemble en un tout distinct des autres parties de l'être organisé, c'est que chacune de ces cellules exerce séparément son activité fonctionnelle dont celle de l'organe est la somme. Si chaque cellule est douée de certaines aptitudes spéciales, si elle peut naître, s'accroître, se multiplier, engendrer dans son sein des produits variés, c'est que les molécules organiques dont elle est l'agrégation, ont déjà seules et considérées à part ces énergies attractives qui les retiennent fixées dans l'unité cellulaire, et, en outre, la puissance qui entraîne dans leur sphère d'activité les molécules ou les atomes étrangers. Mais la molécule organique, alors même qu'elle fait partie de la cellule, est un groupe d'atomes; nous sommes ramenés par là au point de départ, à placer le siège de la force dans les atomes eux-mêmes. Cette force, qui chez les corps bruts ne nous a offert que des phénomènes physiques et chimiques, est

soumise chez les corps organisés à des lois d'une nature plus élevée et qui donnent lieu à des mouvements beaucoup plus complexes et plus variés. Mais ce ne sont pas moins des lois mécaniques, et l'être organisé, ce résultat final de toutes ces actions si multipliées est le produit d'un véritable mécanisme. Comme la chimie et la physique, la physiologie générale a donc une tendance mécaniste très-accusée quant au mode d'action des forces matérielles, alors même que, comme ses sœurs, elle place dans la matière elle-même, le siège de la puissance motrice. Bien que les preuves citées plus haut puissent paraître surabondantes, il est facile de présenter les phénomènes organiques sous un autre point de vue qui nous amène aux mêmes conclusions. Les végétaux se nourrissent à l'aide d'éléments puisés dans le sol ou dans l'air ambiant. Or, ces éléments ne sont autres pour la plus grande part que les corps gazeux connus en chimie sous le nom d'hydrogène, d'oxygène et de carbone. Ordinairement ces corps arrivent au contact du tissu végétal sous la forme de combinaisons très-simples : eau, ammoniaque, acide carbonique, etc. Mais ce qui est certain, c'est qu'avant de pénétrer dans l'intérieur de l'être organisé, ils ne possèdent absolument que leurs propriétés physiques et chimiques, et n'ont rien qui puisse les faire ressembler à des substances organiques. Cependant, aussitôt introduits dans la sphère d'action des forces végétatives, ils entrent dans de nouvelles combinaisons et réagissent à leur tour sur les molécules similaires qu'ils attirent du dehors. On ne peut pas dire cependant qu'ils aient changé de nature. Les atomes d'oxygène qui appartiennent à une molécule organique, à une cellule, ne sont toujours ni plus ni moins que l'oxygène. Ce qui a changé, ce sont les lois des mouvements auxquels ils étaient soumis quand ils étaient libres. Alors ils obéissaient à une résultante des forces chimiques et physiques. Dès qu'ils sont combinés organiquement, les nouveaux mouvements produits se composent suivant les règles d'une mécanique supérieure avec la résultante précédente, et en déterminent une nouvelle.

C'est par le même principe que l'on expliquera le rôle des substances administrées dans les cas pathologiques. La plupart

appartiennent à des composés inorganiques à base minérale. Leur introduction dans l'organisme modifie les mouvements moléculaires et atomiques, et elles ne peuvent les modifier qu'en apportant une force composante spéciale, et un changement dans l'intensité et la direction des mouvements anormaux qui altéreraient le fonctionnement vital.

Cette composition des mouvements moléculaires et des mouvements purement chimiques est généralement accompagnée d'une désagrégation des molécules étrangères ; mais il est des circonstances où la substance minérale ne se décompose point et semble même jouer un rôle important dans la constitution du tissu cellulaire. C'est ce qui a lieu dans l'ossification. Au début la partie qui deviendra un os ne diffère pas du cartilage, mais peu à peu les phosphates terreux incrustent les membranes cellulaires, les épaississent et leur donnent une puissante cohésion. Tant que l'équilibre fonctionnel se maintient entre les actions exercées par la matière organique, et celles qui résultent de la présence d'un corps inorganique, la matière minérale est tour à tour éliminée et absorbée en vertu des lois normales de l'organisation ; mais il arrive un moment où son influence l'emporte : elle s'accumule davantage : les cartilages s'en empreignent à leur tour : le rouage perd de sa souplesse : cette cause est une de celles qui amènent la dissolution de l'organisme. Ce dernier exemple est d'autant plus remarquable que la substance étrangère associée au tissu organique conserve toutes ses propriétés minérales. Telle qu'elle est, néanmoins, elle fait partie intégrante de certains organes ; elle est sous la dépendance des forces vitales qui la décomposent et la reconstruisent suivant les exigences du développement de l'être organisé. Ses énergies spéciales se combinent donc avec celles propres aux molécules organiques et aux cellules et comme ces énergies, ainsi que nous l'avons établi dans la première partie, ne se révèlent que par des mouvements, ce sont donc des mouvements qui se composent entr'eux et des effets mécaniques qui se produisent.

Il est une autre fonction des plus importantes chez les êtres organisés qui, en même temps qu'elle établit l'existence d'une force

motrice dans chaque molécule, nous fait comprendre qu'elle agit extérieurement : nous voulons parler de la reproduction. Au début, à quoi se réduit l'être organisé, un végétal, un animal quelconque ? à un simple utricule dont les parois sont tellement minces qu'on ne peut lui assigner les caractères d'une cellule et dont la cavité est remplie d'un liquide transparent au sein duquel s'agitent quelques granulations presque imperceptibles. C'est la vésicule germinative elle est l'objectif principal de l'action fécondante, puisque c'est invariablement elle qui en éprouve les premiers effet. Quant au principe de cette action elle-même, est-il dans les anthérozoïdes ou dans le liquide qui les accompagne ? Les observations de M. Lortet qui, dans les anthérozoïdes du *Presusia commutata*, avait signalé l'existence d'une vesicule dite fécondatrice, semblait résoudre la question en faveur des premiers : mais le fait ayant été contesté depuis, le doute est de rigueur.

Quoi qu'il en soit, à partir du moment où l'agent fécondant s'est mis en contact avec la vésicule germinative, celle-ci éprouve des modifications remarquables et se transforme en embryon aussi bien chez les végétaux que chez les animaux ; mais cet agent fécondant, quel est-il ? En apparence, soit qu'on en mette le siège dans la liqueur séminale ou dans les animalcules, on n'aperçoit que des matières granuleuses ou mucilagineuses analogues à celles que renferment la plupart des cellules. L'analyse chimique nous y révèle la présence de l'azote et du phosphore, au moins chez les animaux. On a cru pouvoir comparer son action à celle d'un ferment ; mais tous les ferments connus sont des végétaux microscopiques ou des microzoaires. Ils se développent et croissent. Rien de pareil ne se voit chez la matière fécondatrice. Ne serait-ce pas plutôt une action chimique spéciale, action placée comme toutes les autres combinaisons de l'organisme sous la dépendance des forces vitales ? et alors le développement de l'embryon serait la résultante des forces mécaniques développées par les molécules spermatiques d'une part, et par celles de la vésicule germinatrice de l'autre.

La théorie organicienné se ramène comme on le voit à un vaste

système de mécanisme. Partis de ce principe que les forces et énergies vitales résident dans les organes, ou plutôt dans les molécules organiques, nous sommes arrivés à établir que leurs actions s'exercent extérieurement à ces molécules elles-mêmes.

QUATRIÈME PARTIE

DE LA RÉALITÉ SUBSTANTIELLE DES FORCES MOTRICES ET DE CELLE DES CORPS

§ 1^{er}. — Considérations générales.

L'on sait maintenant que suivant les opinions scientifiques les plus accréditées, le siège des forces motrices est placé dans la substance matérielle elle même, que ce sont les particules indivisibles désignées sous le nom d'atomes qui recèlent cette énergie dont nous ne connaissons que les manifestations visibles, mais dont la véritable essence nous échappe. Il a été établi que tout en avouant notre complète ignorance de la nature des forces, nous ne pouvons pas, quoiqu'on dise l'école positiviste, ne pas admettre une distinction fondamentale entre les causes, les forces et les phénomènes par lesquelles elles se révèlent.

Tout en reconnaissant que les savants ont raison de ne point s'appesantir sur la question de l'essence des forces qui échappe à toute observation directe, on peut en s'appuyant sur des inductions légitimes, chercher à résoudre le problème dans les limites de notre raison. La conception de force n'est pas la seule qui s'impose à l'esprit. Il en est une autre qu'il est tout aussi impossible de rejeter, et qui plus qu'elle encore, possède un caractère absolu de nécessité. Alors même que les forces sont considérées comme de simples expressions de phénomènes, des propriétés, c'est impliquer qu'il y a des phénomènes, des propriétés, c'est-à-dire, quelque chose qui est tantôt d'une manière et tantôt d'une autre, qui se révèle par certains attributs constants, et qui en a d'autres variables; or, ce quelque chose, cet inconnu, cet X, est et dure avec ses manières d'être constantes, et sous ses apparences variables: c'est la subs-

tance. Sans substance point de propriétés, point de forces. Si donc toute force est une propriété inhérente aux atomes matériels et à leurs divers groupements, il faut essayer de déterminer ce que sont ces atomes eux-mêmes, ce que c'est que la matière, ce substratum inconnu de toute manifestation sensible.

§ 2. — L'étendue est une des conditions essentielles à l'action des forces motrices, et non l'attribut d'une substance.

Nous avons établi dans les paragraphes qui précèdent, que tous les phénomènes physiques, chimiques et physiologiques pouvaient s'expliquer par des mouvements, il nous reste à examiner ce qu'on doit entendre par étendue et impénétrabilité, ces deux attributs essentiels sans lesquels aucun corps ne peut être conçu. Commençons par l'étendue. Remarquons qu'il ne s'agit pas ici d'une étendue indéfinie, sans limites assignables ce qui reviendrait à considérer l'espace comme rempli par une matière continue. Le plein absolu est inconciliable avec le mouvement; pour que les diverses parties de la substance matérielle puissent se mouvoir, il faut qu'il y ait des intervalles, et que ces parties aient une étendue limitée. Bien qu'ainsi conçue l'étendue soit un attribut essentiel de tous les corps, elle ne suffit point à elle seule pour leur donner le rang de substances. Un polyèdre géométrique se représente à nous avec toutes les qualités de l'étendue; il est limité extérieurement par un certain nombre de faces; ces faces ont une figure et sont bornées à leur tour par des lignes. Mais ces faces, ces lignes qui déterminent la forme du polyèdre sont idéales. Nous pouvons en considérer une foule d'autres circonscrits ou inscrits qui s'en distingueront parfaitement par leurs contours; enchevêtrés les uns dans les autres, ils occupent en grande partie les mêmes portions de l'espace. Ce ne sont point des masses dans le sens vulgaire du mot; ce sont des volumes, de simples capacités. L'étendue ne constitue donc point à elle seule la réalité substantielle; voyons s'il est possible d'en découvrir la véritable signification. Prenons un rhomboèdre très-pur de spath d'Islande. Si on fait tomber obliquement

sur l'une des faces un mince filet de lumière, le prolongement du rayon incident dans l'intérieur du cristal subit une déviation et en outre, il se divise généralement en deux autres rayons formant un angle assez petit dont le sommet est au point d'incidence. Dans ces deux rayons, les vibrations lumineuses sont polarisées suivant deux plans perpendiculaires. A la sortie par la face opposée, les deux rayons séparés marchent parallèlement à la direction primitive du rayon incident.

Nous venons de décrire le phénomène de la double réfraction. Pour les expliquer, il faut admettre que dans l'intérieur du cristal, par conséquent, dans toute la portion de l'espace limitée par ses six faces, les atomes d'éther ont un groupement particulier différent de celui qu'ils possèdent dans l'air ambiant. Dans le rayon incident, les vibrations de l'éther, leur direction, leur amplitude, leur vitesse dépendant de certaines conditions. Comme ces conditions ont été remplacées par d'autres dans l'intérieur du cristal, il en résulte une modification du mouvement lumineux. Parvenu à la deuxième face l'ébranlement qui s'était propagé à travers le milieu cristallin pénètre de nouveau dans l'air ou il retrouve les conditions premières, avec cette différence toutefois que le mouvement ondulatoire du rayon incident s'étant décomposé en deux autres, sauf sous certaines incidences spéciales, ces deux mouvements conservent leur indépendance et constituent deux rayons séparés. Tant que l'action modificatrice du cristal s'exerce, c'est-à-dire, entre les faces parallèles qui en limitent l'étendue, les deux rayons s'écartent de plus en plus. Là où s'arrête cette action, les forces motrices qui produisent cette divergence n'ayant plus d'efficacité, le parallélisme s'établit; admettons, par hypothèse, pour un instant que le cristal soumis à l'expérience, soit remplacé par une figure idéale ayant exactement les mêmes dimensions et avec cette seule condition que l'espace limité par elle, soit le théâtre de phénomènes lumineux identiques. N'est-il pas incontestable que nous déterminerons avec précision sa figure, ses limites en construisant point par point les surfaces ou les phénomènes caractéristiques de la double réfraction cessent d'apparaître? Il suffira de faire varier les

angles d'incidence, et en opérant trois séries d'expériences semblables, les six faces qui comprennent entre elles la masse idéale, seraient parfaitement délimitées. Ainsi donc, dans l'hypothèse admise, l'étendue du cristal ne serait rien autre que le lieu où se manifestent les modifications propres à la double réfraction, et les faces qui la circonscrivent sont figurées par la somme des points en dehors desquels ces phénomènes cessent de se produire; mais comme ces phénomènes ne sont autre chose que des mouvements, et ceux-ci des effets dus à l'action des forces motrices, nous pouvons à l'expression d'étendue substituer celle-ci : limites entre lesquelles l'action d'une force motrice est efficace et produit un phénomène sensible.

Dans le cas précédent, la seule force motrice agissante était la lumière; nous l'avons choisie à dessein pour exemple, parce que les phénomènes lumineux sont perceptibles et peuvent être facilement mesurés; mais notre raisonnement eût été le même si nous eussions considéré n'importe quelle autre force motrice, gravitation, calorique, électro-magnétisme, etc. Chacune d'elles détermine des mouvements d'un mode particulier, et on peut raisonner sur ces mouvements comme nous l'avons fait pour ceux propres à la lumière; leurs limites extrêmes ou plutôt celles des modifications spéciales qu'ils éprouvent correspondent exactement à celles qui définissent l'étendue de la masse cristalline. C'est seulement dans la portion d'espace bornée par les points qui circonscrivent cette masse que ces forces motrices se révèlent par des manifestations affectant nos sens, et différentes de celles qui ont lieu au-delà de ces points. D'une manière générale, l'étendue du corps est donc le lieu de l'action efficace et spécifique d'un certain nombre de forces motrices agissant simultanément.

L'on peut se demander pourquoi ces manifestations des forces motrices sont ainsi localisées? Pourquoi leur action, qui n'est pas limitée à telle ou telle partie de l'espace, ne produit pas les mêmes phénomènes en tous lieux, ne se révèle pas partout sous les mêmes apparences? Pour être fondée, cette objection suppose l'existence d'une force motrice unique, possédant une intensité constante et

une direction invariable. Mais il n'en est point ainsi en réalité. Plusieurs forces motrices agissent simultanément; leurs éléments, intensité et direction différent, et il peut même arriver que par suite de son conflit avec d'autres, l'une d'elles se trouve en quelque sorte fractionnée en plusieurs composantes possédant des vitesses et des directions diverses. C'est ainsi que dans le phénomène des interférences qui a fait prévaloir le système des ondulations lumineuses, la seule force en jeu est celle qui produit les vibrations transversales. Mais il suffit d'une différence très-minime dans la position des sources de lumière pour que les points atteints par les rayons émanés de ces sources soient ou brillants ou obscurs. Ce qui est vrai dans le cas d'une force motrice unique, dont, en définitive, les lois sont identiques, l'est, à plus forte raison, lorsqu'on envisage plusieurs forces dont les lois diffèrent entre elles. Pour que, dans un point quelconque de l'espace, où des forces motrices agissent simultanément il y ait manifestation d'un phénomène, il est indispensable que les mouvements qui ont ces forces pour origine soient compatibles, que le résultat définitif de ces actions combinées ne soit pas imaginaire dans le sens usité en mathématique; partout où cette dernière circonstance a lieu, les conditions nécessaires pour l'apparition d'un phénomène n'étant point satisfaites, les forces motrices semblent être anihilées; leurs énergies se neutralisent.

Les forces motrices physiques ne sont pas, d'ailleurs, les seules qui interviennent dans la production des phénomènes.

Le rôle des forces motrices chimiques n'est pas moins important, et en en tenant compte, nous allons traiter la question de l'étendue à un point de vue plus général.

Il faut se rappeler d'abord que, suivant les doctrines adoptées par les chimistes, tout corps se compose de molécules associées suivant les lois spéciales de la cohésion: ces molécules ne sont pas en contact immédiat; elles sont isolées les unes des autres et séparées par des vides; elles possèdent, en outre, une forme régulière, et leur groupement se fait suivant certaines lignes symétriques dans les corps cristallisés, avec une certaine irrégularité chez les autres.

Dans les vides que laissent entr'elles les molécules sont dispersés les atomes impondérables de l'éther; mais, à cause de la configuration polyédrique des molécules, des attractions exercées sur eux par ces dernières et de leurs propres influences mutuelles, les atomes éthérés sont disposés en rangées symétriques autour de chaque molécule.

Les molécules sont elles-mêmes des agrégats complexes d'atomes pondérables et doués d'attributs physiques et chimiques variés. Ils agissent les uns sur les autres: chacun d'eux tend à provoquer chez les atomes voisins des mouvements de diverse nature, conformément aux lois de leurs affinités, de leur atomicité et de leurs énergies physiques.

Molécules et atomes sont considérés comme étendus, et l'on peut dire avec vérité que l'étendue totale d'un corps est la somme des étendues partielles de ses atomes, en y ajoutant, toutefois, celles des intervalles vides interposés.

Comment définirons-nous l'étendue de l'atome? Bien que par son extrême petitesse, tout atome défile nos moyens d'observation, il est de toute nécessité qu'il se manifeste par un certain nombre de propriétés, qu'il atteste sa présence par une série de phénomènes *sui generis*. Or, le fait général qui caractérise tous les phénomènes physiques connus est un mouvement. Les mouvements sont l'œuvre de forces motrices particulières, et ont, en conséquence, leurs lois spéciales suivant la force qu'on considère.

Ceci posé, admettons par hypothèse que les impulsions, les énergies développées par les forces motrices physiques se transmettent à travers l'espace indéfini dans toutes les directions possibles et avec une rapidité prodigieuse. Nous supposerons encore que cette propagation a lieu non pas en ligne droite, mais suivant une ligne sinueuse qui se composerait d'une série d'ondulations successives excessivement courtes. En mécanique, une ligne ondulatoire est considérée comme le résultat de mouvements vibratoires qui se produisent transversalement à la direction suivant laquelle l'impulsion se propage dans l'espace. Comme ce procédé est commode pour se rendre compte des diverses circonstances du mouvement,

nous en ferons l'application à notre hypothèse, et nous admettrons qu'en rayonnant à travers l'espace indéfini, les forces motrices sont soumises à des tensions vibratoires qui modifient sans cesse et à des intervalles sensiblement égaux leur marche progressive. La différence de longueur entre ces ondulations, leurs amplitudes, les vitesses avec laquelle se développent les tensions vibratoires, sont autant de caractères qui distinguent les diverses forces motrices : mais, en outre, pour chacune d'elles en particulier nous pouvons établir une très-grande généralité de circonstances qui peuvent faire varier leur action dans tel ou tel point de l'espace. Nous ne pouvons, en effet, rien préjuger sur leur direction, et il n'y a pas de raison pour leur refuser la possibilité de traverser l'espace dans tous les sens imaginables. Il en résulte que leurs actions peuvent se croiser d'un nombre presque infini de manières, et que leurs impulsions seront tantôt en concordance, tantôt en discordance ; les tensions vibratoires peuvent tantôt être accrues, lorsqu'elles agissent dans la même direction, tantôt être diminuées, souvent même détruites lorsqu'elles sont égales, mais produites en sens contraire. La théorie de la lumière nous fournit des points de comparaison très-remarquables. Un rayon de lumière naturelle est, comme on le sait, constitué par la réunion de sept rayons colorés : dans chacun de ces rayons élémentaires, le mouvement vibratoire est parfaitement caractérisé ; mais la superposition de ces vibrations distinctes fait disparaître, pour ainsi dire, leurs propriétés spéciales, et confond toutes les nuances en une seule, qui est la lumière blanche. Il n'en est pas moins certain que les mouvements propres à chacune des sept couleurs existent réellement, qu'aucun d'eux n'est détruit. La preuve, c'est qu'on peut les isoler au moyen du prisme et les faire se manifester séparément avec les attributs qui les déterminent. Nous savons encore que la lumière naturelle ne présente en général aucune trace de polarisation. Les mouvements vibratoires se produisent donc presque simultanément dans tous les azimuts possibles.

Dans l'hypothèse que nous avons posée, il est légitime d'attribuer aux forces motrices des propriétés analogues. La coexistence

dans le même lieu de plusieurs tensions vibratoires peut donner lieu à des combinaisons excessivement variées : les phénomènes qu'elles produiraient, prises isolément, peuvent, lorsque leurs impulsions concourent au même point, être dissimulés ou exaltés suivant les circonstances. Enfin, ces tensions vibratoires n'affectent aucune direction particulière. Loin de là, il est rationnel d'admettre qu'elles rayonnent avec une rapidité incomparable autour de la ligne de propagation.

En tenant compte de cette complexité innombrable d'actions, nous devons reconnaître que les forces physiques déterminent dans l'espace un immense réseau d'interférences. Un nombre incommensurable de points sont sous l'influence de tensions très-diverses, et entre eux sont des intervalles où les énergies motrices s'étant détruites mutuellement, il n'existe aucune tendance appréciable, aucun mouvement, et par suite aucune manifestation phénoménale quelconque. Partout où il existera des tensions effectives, chacune des forces physiques dont elles sont l'expression révèle sa présence par le phénomène qui lui est propre. Dans un pareil point, il y aura donc simultanément un certain nombre de propriétés manifestées ; mais comme les ondulations et les tensions vibratoires qui leur correspondent sont d'une petitesse qui se dérobe à tous nos moyens d'observation, ces propriétés échappent à nos sens d'observation trop imparfaits, et il faut avoir recours aux moyens indiqués par la science pour les constater d'une manière indubitable.

Un système de tensions, qui présente les caractères précédemment décrits, et dont la sphère d'action est renfermée dans des limites incomparablement étroite, constitue ce que nous appelons un atome. Son étendue n'est autre que le lieu dans lequel les diverses tensions vibratoires coexistantes possèdent une activité effective. Les propriétés que nous attribuons aux atomes varient avec les tensions qui le constituent.

Lorsqu'en des points différents il se produit des systèmes de tensions exactement semblables, nous y affirmerons la présence d'atomes homogènes, et, en effet, les forces motrices intervenantes étant

identiques et s'y comportant de la même manière dans toutes les circonstances de leurs tensions vibratoires, il ne peut y avoir aucune différence entre les manifestations phénoménales de ces forces. La similitude est complète ; il y a homogénéité, si les systèmes de tensions effectives offrent une plus ou moins grande dissemblance, les atomes se révèleront par des propriétés distinctes et sont dits hétérogènes.

Nous voyons par ce qui précède que rien ne nous autorise à introduire dans la conception de l'atome une substance matérielle continue. Il est simplement le lieu géométrique déterminé par un certain nombre de tensions effectives s'irradiant dans toutes les directions et qui, à chaque instant infiniment petit de la durée, se développent entre les limites d'une surface à peu près sphérique, dont les axes sont d'une excessive petitesse. Pour abrégé, nous continuerons à désigner par l'expression d'atomes, les parties imperceptibles de l'espace qui satisfont aux conditions énoncées ; mais il reste bien entendu qu'ils représentent uniquement le siège d'un certain nombre de phénomènes et que nous ne leur attribuons aucune réalité substantielle.

Il a été admis que, conformément à ce qui a lieu pour la lumière naturelle, les tensions vibratoires de chacune des forces motrices se succèdent avec une incomparable vitesse dans une foule d'azimuts distincts. Si à chaque instant nous composons entre elles, suivant les règles de la mécanique, les tensions des diverses forces qui agissent simultanément, nous pouvons les représenter par une résultante unique, avec cette condition, toutefois, que cette résultante passe en un temps inappréciable par des états très-variés de grandeur et de direction.

L'expérience nous ayant appris que les atomes exercent les uns sur les autres une influence attractive, nous en concluons que cette résultante variable se manifeste comme une attraction. Elle a pour résultat de diminuer les intervalles inactifs qui séparent les systèmes atomiques, et de grouper pour ainsi dire, en les fixant, conformément aux lois de l'équilibre, un certain nombre de ces systèmes ou atomes. Lorsque les atomes sont homogènes, cette ten-

dance attractive se nomme cohésion. Lorsqu'elle s'exerce entre atomes hétérogènes, elle détermine cette classe de phénomènes que l'on désigne par les expressions d'affinité, d'atomicité, de forces chimiques.

Dans l'un et l'autre cas, le résultat est de constituer les molécules. La sphère d'action de la molécule est donc la résultante des sphères d'action propres à chacun des atomes constituants. On peut, en effet, composer entr'elles les tensions de même nom qui interviennent dans la formation de chaque atome, et l'on obtiendra ainsi l'expression des diverses tensions vibratoires qui se rapportent aux forces motrices concourant à la constitution de la molécule. Nous ne répéterons pas à propos de celle-ci ce que nous avons dit de l'atome; nous ne ferons qu'une seule remarque: toute molécule étant représentée par une somme de tensions atomiques, son étendue est déterminée par les limites que ces tensions atteignent, et, par conséquent, la molécule est un lieu géométrique de même que l'atome. Ni l'un ni l'autre ne comporte une substance continue, un substratum matériel. Du reste, les molécules comme les atomes exercent les unes sur les autres une influence attractive, et leur groupement constituent les corps. La seule différence qui existe entre les corps et les groupes moléculaires formés par l'association des atomes, c'est que chez les premiers la sphère d'activité s'est assez élargie pour que les phénomènes produits par les diverses motrices deviennent sensibles. Les molécules comme les atomes ne tombent point sous les sens. Les physiciens et les chimistes parviennent à rendre leurs propriétés manifestes, mais leur étendue n'est pas appréciable et se dérobe à toute mesure. C'est seulement alors que les limites imposées à notre faculté de perception externe sont atteintes et dépassées que les forces motrices et les diverses tensions développées par elles attestent leur présence et leur énergie par des phénomènes apparents et tombant sous l'observation directe.

Nous avons pris notre exemple dans un corps brut; mais en se rappelant que les corps organisés se composent de cellules, celles-ci de molécules organiques, et que les mêmes atomes qui s'unissent

pour former les combinaisons chez les êtres inorganiques constituent aussi les éléments des molécules destinées à faire partie du groupement cellulaire, il suffit d'admettre l'intervention de nouvelles forces spéciales, les énergies vitales, pour s'expliquer ce que l'on doit concevoir par étendue, aussi bien chez les cellules que chez les molécules organiques.

Il est donc possible de poser cette conclusion : l'étendue en tant qu'attribut essentiel des corps et de toute partie quelconque de la matière est la limite atteinte par l'activité des forces motrices qui produisent les mouvements auxquels sont dûs les phénomènes physiques, chimiques et vitaux. En thèse générale, les résultantes attractives dues à leur composition s'éteignent à de très-courtes distances.

Au premier abord il peut sembler que la force motrice à laquelle on attribue la gravitation universelle se soustrait à cette dernière condition. Mais il ne faut pas oublier que la gravitation est en rapport direct avec les masses. Or, que se passe-t-il lorsqu'un atome unique et un corps d'un volume considérable sont en présence ? La force attractive qui exprime le total de l'action du corps volumineux est la somme de chacune des attractions atomiques de ses atomes ; et comme ces atomes sont en nombre immense, il exerce sur l'atome une tension énorme. En outre, rien ne prouve que les forces attractives de la pesanteur ne soient pas analogues à celles d'une faible intensité et qui transmettent avec une rapidité effrayante les mouvements lumineux, calorifiques, électriques, etc. Il est vrai que l'action de la pesanteur paraît immédiate et instantanée ; mais quand on sait avec quelle étonnante vitesse la lumière et l'électricité sont transmises, est-il impossible que la gravitation universelle soit le résultat de vibrations d'une petitesse extrême et se propageant avec une rapidité incomparable ?

L'apparence d'une étendue limitée chez les corps et chez leurs parties étant due uniquement aux conditions dans lesquelles agit un système donné de forces motrices, cette étendue ne nous apparaît plus, comme l'attribut d'une substance inerte, d'un substratum matériel : cette substance ne joue aucun rôle, du moins dans le sens

où on l'entend ordinairement. La véritable substance est essentiellement une force, et comme dans la constitution d'un corps quelconque, fut-il simple et homogène, c'est tout un système de forces motrices qui est en jeu, un corps est la collection des phénomènes qui résultent de l'action mutuelle de plusieurs substances ou forces.

§ 4. — L'impenétrabilité est une autre condition essentielle de l'action des forces motrices, et non l'attribut d'une substance. — Définition donnée de la masse.

Reste l'attribut d'impenétrabilité. Comment détermine-t-on cette propriété essentielle à la matière? Si je mets en contact deux corps solides et que je les presse fortement l'un contre l'autre, l'on observe qu'en tenant compte de certaines conditions d'élasticité et de porosité, il est impossible de vaincre la résistance mutuelle qu'ils exercent. Dans les cas où l'un des corps paraît avoir cédé à la pression du second, ou bien il a été déplacé de la position qu'il occupait dans l'espace, ou bien il a subi un changement de figure : mais sa masse subsiste toute entière : son volume et son apparence extérieure seuls ont été modifiés. L'expérience nous apprend encore qu'il en est de même des corps à l'état liquide et à l'état gazeux, et qu'en fait jamais il n'y a pénétration dans le sens absolu du mot d'un corps l'un dans l'autre : La notion d'impenétrabilité se résout donc en celle de résistance, résistance qui a pour résultat de faire qu'une portion quelconque de matière, ne peut pas co-exister avec une autre dans le même lieu de l'espace.

Il est facile de voir que la notion de résistance implique celle de conflit entre deux forces contraires ou entre deux systèmes de forces opposées. Or, en étudiant la notion d'étendue, nous avons établi qu'elle exprimait la limite atteinte par un système donné de forces agissant dans un lieu quelconque. Pour rendre compte de l'impenétrabilité, il nous suffira de poser comme principe général et constaté par l'expérience, que toutes les fois que deux systèmes de forces sont constitués de telle manière que leur sphère d'action totale est étendue et limitée, ils ne peuvent se confondre et fonc-

tionner exactement dans le même lieu de l'espace. Rien n'empêche, d'ailleurs, comme cela arrive dans les combinaisons chimiques, que les forces des deux systèmes ne se composent entre elles suivant les lois mécaniques ; mais alors ce système résultant étant établi dans des conditions autres que chacun des systèmes composés à une sphère d'action différente, et correspond par conséquent à une étendue autrement limitée.

Considérons, par exemple, deux atomes simples, homogènes ; à cause de l'homogénéité, les deux systèmes de forces qui les constituent sont identiques, mais occupent une position différente dans l'espace. Représentons par un le volume de chacun, celui qui exprime leur sphère d'activité. Si les deux atomes se réunissent pour former une molécule, c'est que les deux systèmes de forces se sont combinés en un seul, et comme à cause de l'homogénéité chacune des forces d'un système est égale en intensité et en direction à sa similaire dans l'autre système, leur résultante n'est autre chose que leur somme, et ainsi des autres. La sphère d'action de la molécule sera donc double de celle d'un atome, et son étendue paraîtra double. En d'autres termes, nous affirmerons l'existence de deux atomes.

Si les atomes sont simples, mais hétérogènes ; le même raisonnement est applicable, mais les forces motrices différant dans chacun des systèmes en intensité et en direction, les résultantes ne seront pas des sommes, bien qu'à elles seules elles remplacent les composantes. La sphère d'action de la molécule ne sera donc pas nécessairement la somme des sphères d'action des atomes : l'étendue ou le volume de la molécule pourra donc être moindre que la somme des volumes des atomes constituants, fait que nous savons être fréquent dans les combinaisons chimiques.

L'impénétrabilité, comme l'étendue, n'implique donc point l'existence des corps en tant que substances. Les corps ne sont que des collections de propriétés, l'expression phénoménale et sensible de systèmes de mouvements ; mais, sous toutes leurs apparences, leurs attributs si variés, ce qui seul est réel, ce sont les forces motrices, forces sur la nature desquelles nous ne nous sommes pas

encore prononcés, mais qui, en tout cas, diffèrent essentiellement des phénomènes auxquels elles donnent naissance. Il est un mot qui joue un grand rôle dans les sciences relatives aux corps et qui résume en quelque sorte la conception de leurs propriétés essentielles, c'est celui de masse. Toute portion de matière a une masse : or, qu'entend-on par masse ? Il est assez commun de faire entrer dans cette conception la notion de poids, de gravité : elles sont cependant parfaitement indépendantes, bien qu'en fait tout les corps tangibles soient graves et soumis aux lois de la pesanteur. Mais les physiciens admettent l'existence de corps impondérables, et les atomes de l'éther ont une masse bien qu'ils ne soient pas pesants. Lorsque les savants veulent définir ce qu'on entend par masse, ils adoptent en général la définition donnée par Laplace, ou en donnent une équivalente. On appelle masse, dit Laplace, la somme des points matériels circonscrits par un volume donné. Quelle est au fond la signification de cette définition ? Ces points matériels sont-ils étendus ! S'ils le sont, ils ont eux aussi une masse aussi petite qu'on voudra ; mais ils en ont une, et alors la définition revient à cette vérité d'une évidence presque naïve, la masse d'un corps est la somme des masses de chacune de ses parties ; ou le tout et le total des parties, et il faudrait alors définir ce qu'on entend par masse d'un point matériel.

Si les points matériels n'ont aucune étendue, si ce sont des points mathématiques, ce ne sont que des conceptions de l'esprit : comme réalités matérielles ils équivalent à 0, et une somme de 0 ne peut donner et ne donne que 0. Toute masse matérielle s'évanouit et se réduit à néant.

La notion de masse ne nous apprend donc absolument rien sur l'essence des corps. Comme l'expression matière, dont elle est à peu près l'équivalente, elle doit être rejetée en tant qu'impliquant la conception d'entités substantielles autres que les forces motrices.

§ 3. — Les corps n'existent pas comme substances matérielles. — Opinions de Boscovitz, de Faraday et de Cauchy. — Procédé expérimental pour faire comprendre la formation des corps.

La conclusion remarquable à laquelle nous sommes arrivés est donc celle-ci : la matière en tant que substratum des corps n'existe pas ; ces derniers ne sont pas des substances réelles, si on entend par là qu'ils sont composés de quelque chose d'étendu et d'impénétrable ; et cependant les corps nous apparaissent comme doués d'étendue et d'impénétrabilité. La négation de cette substantialité n'est pas chose nouvelle dans l'histoire des conceptions de l'esprit humain. Nous aurons plus loin l'occasion d'indiquer quelques-uns des systèmes qui reposent sur cette manière de voir. Pour le moment, nous ne ferons allusion qu'à ceux qui, comme nous, substituent à la notion de substance matérielle chez les corps celle de forces motrices. Le premier qui a essayé d'expliquer, suivant un procédé scientifique, les phénomènes de l'univers, en supprimant l'existence matérielle des corps, est Boscovitz, qui s'inspira de la monadologie de Leibnitz. D'après Boscovitz, ce qu'on appelle atome est un centre de forces. Mais à l'époque où il publia ses idées, les connaissances en physique, en chimie, en physiologie étaient encore trop imparfaites pour qu'il ait pu formuler autre chose que des idées vagues à force de généralité. Dans toute autre condition était placé l'illustre Faraday, dont les travaux si remarquables ont laissé des traces profondes dans la science moderne. Voici quelques extraits d'un Mémoire lu à l'Institution royale de Londres :

« Les derniers atomes sont des centres de force et non point de
 « petits solides soumis à des forces d'attraction et de répulsion,
 « réellement distincts, par conséquent, indépendants des forces et
 « capables d'exister sans elles. Sous ce dernier point de vue, ces
 « petites particules ont une forme définie et une certaine dimen-
 « sion limitée ; sous le premier, il n'en est plus ainsi, car ce qui
 « représente la dimension peut être considéré comme s'étendant à

« une distance quelconque, à laquelle les lignes de force de la
 « particule s'étendent elles-mêmes. La particule est supposée
 « exister seulement par ces forces et être présente là où elles exis-
 « tent. . . . »

« On peut admettre que l'éther et la matière ordinaire, le cuivre,
 « par exemple, sont composés tous deux de petits noyaux consi-
 « dérés abstractivement, soit comme l'ensemble de petits solides
 « associés à des forces, soit comme consistant simplement en
 « centres de forces suivant la théorie de Boscovitz et l'opinion mise
 « en avant par moi, car il n'y a pas de motifs pour soutenir que les
 « noyaux réels soient plus nécessaires dans un cas que dans
 « l'autre. . . . »

« Ne nous en laissons pas imposer par la pondérabilité et la gra-
 « vité de la matière, comme si elles démontraient la présence des
 « noyaux abstraits ; ces propriétés sont dues, non pas aux noyaux,
 « mais aux forces qui leur sont surajoutées, si tant est que les
 « noyaux existent. . . . »

« Dans la physique expérimentale, on peut, par les phénomènes
 « qui se présentent, reconnaître différents genres de forces ; ainsi
 « il y a les lignes de force de la gravité, les lignes d'induction
 « électro-statiques, les lignes d'action magnétique, etc., etc. Les
 « lignes d'action électrique et magnétique sont considérées par
 « beaucoup de physiciens comme s'exerçant à travers l'espace, de
 « même que les lignes de force de la gravité. Quant à moi, je
 « suis disposé à croire que s'il y a interposition de particules de
 « matière (particules qui ne sont elles-mêmes que des centres de
 « force), elles participent à la propagation de la force sur la ligne,
 « mais que quand il n'y en a pas, la ligne marche dans l'espace. »

L'illustre Cauchy s'est, dans un assez grand nombre de Mémoires, exprimé dans le même sens que le savant anglais. Malheureusement, ces Mémoires n'ayant pas été recueillis et coordonnés, il nous est impossible de mentionner les expressions textuelles.

L'importante citation qui précède et qui résume les convictions d'une haute autorité scientifique, doit convaincre que la négation des corps, comme êtres réels, substantiels, n'est point incompa-

tible avec les progrès des sciences physiques. Nous concevons, néanmoins, qu'elle soulève de nombreuses répulsions de la part des hommes habitués à juger des choses par l'expérience sensible, et qui se refusent à poursuivre jusqu'au bout une série d'inductions abstraites. Aussi, nous allons essayer, en nous appuyant sur un fait accessible à nos sens, de manifester d'une façon saisissante le mode d'action des forces motrices naturelles, tel que nous le comprenons.

Lorsqu'on fait passer à travers un verre convexe les rayons de lumière émanés d'un corps placé à distance convenable, ces rayons, en subissant certaines modifications sous l'influence de la masse réfringente, déterminent une image invisible du corps. On peut apercevoir cette image, et par conséquent prouver qu'elle est réelle en la regardant à travers un autre verre convexe, dont le foyer coïncide avec le plan de l'image. Toute la théorie des lunettes et des microscopes est fondée sur ce phénomène bien connu. On peut encore rendre l'image visible sans le concours du deuxième verre convexe, en plaçant au lieu occupé par elle une plaque de glace dépolie, ou simplement un papier de couleur claire. Enfin, il est des circonstances où par le seul effet de la réflexion l'image apparaît distinctement. C'est ce qui a lieu en plaçant devant le corps une glace étamée. Voici donc une représentation très-exacte d'un corps quant à la forme apparente et aux couleurs, représentation produite par la seule action de la force motrice qui engendre la lumière. Qui a jamais prétendu que cette image possédât une réalité substantielle, fût un véritable corps? C'est qu'en effet elle n'en possède qu'une seule propriété, celle qui résulte des lois de la force lumineuse; mais celle-là, elle la possède aussi complètement que ce que nous appelons un corps réel. Continuons: Parmi les curieuses expériences que provoqua l'admirable découverte de Niepce-Saint-Victor et de Daguerre, il en est une peu connue et qui est à tous égards très-singulière. Si l'on enferme dans l'obscurité la plus complète une médaille dont le dessin offre des reliefs assez marqués, et si l'on place au-dessus et à une très-petite distance de la figure gravée une plaque métallique polie, il se forme sur cette

plaque, au bout d'un certain temps, une image très-nette du dessin tracé sur la médaille. Cette image est invisible. Pour la faire apparaître, il suffit d'insuffler un peu d'haleine sur la plaque, ou mieux encore de l'exposer à la vapeur mercurielle. Pour expliquer ce phénomène, on a eu recours à l'hypothèse peu probable de rayons de lumière obscurs ; mais il paraîtrait qu'on doit de préférence l'attribuer à un rayonnement calorifique. La force motrice qui produit la chaleur détermine donc aussi la représentation fidèle d'un corps. S'il était possible de faire concourir les deux forces, lumière et calorifique, à la formation de la même image, celle-ci aurait donc deux des propriétés qui caractérisent les corps. Ne pourrait-elle pas également manifester la propriété électrique ? Ne sait-on pas que l'électricité est capable de constituer des images ? Des personnes frappées par la foudre ont offert sur leur corps des dessins parfaitement reconnaissables d'arbres ou autres objets voisins qui avaient reçu les atteintes du même choc. Une expérience physique bien connue reproduit le même phénomène. Jusqu'à ce jour, nous ne connaissons aucune image des corps faite sous l'influence de la gravitation universelle. Mais si l'image reflétée par une glace, et que nous supposerons déjà douée des propriétés calorifiques et électriques, se produisait, en outre, avec le concours de la pesanteur, elle affecterait notre sens du toucher à la façon d'un corps pesant. Nous n'avons fait intervenir que les forces physiques. Introduisons dans sa formation les forces chimiques ; on pourra l'analyser, la décomposer en ses éléments constituants. Si toutes ces conditions étaient réunies, en quoi cette image colorée, étendue, douée de chaleur, de propriétés électriques et chimiques, différerait-elle d'un corps véritable ? Il ne lui manquerait que l'impénétrabilité. Mais rappelons-nous que la réunion des conditions précédentes implique, suivant un principe précédemment énoncé, qu'aucun autre système de forces motrices ne peut occuper le même lieu de l'espace ; en conséquence, elle offrira une résistance énergique à tout autre système qui voudrait se substituer au sien dans la position qu'elle occupe ; elle sera donc impénétrable, et de cette manière

l'ensemble des faits qui tombent sous l'expérience sensible, mais encore ceux très-nombreux et surtout plus importants qui ont le moi humain pour théâtre, on remarque sans peine qu'ils ont des caractères très-distincts ; ces caractères, nous n'avons pas à les décrire. Il suffit, pour notre but, de constater qu'ils ont conduit les penseurs à reconnaître l'existence de deux espèces d'essences, de deux natures d'êtres : les êtres matériels et les êtres spirituels. A laquelle de ces deux catégories appartiennent les forces motrices de l'univers physique ? Après tout ce que nous avons exposé plus haut, poser la question, c'est presque la résoudre. A quel titre rangerions-nous ces forces dans la catégorie des êtres matériels ? Elles produisent toutes les apparences de choses étendues, impénétrables, poreuses, élastiques, pesantes, décomposables, vivantes ; mais elles ne sont elles-mêmes ni étendues, ni impénétrables, ni etc. Tous ces attributs, dont on a doué les substances imaginaires que l'on appelle les corps, ne sont en réalité que des phénomènes qui varient suivant des lois constantes, lois qui caractérisent le mode d'action des forces. Nous ne trouvons donc en elles aucune de ces propriétés qui ont fait admettre une essence matérielle. S'il nous arrive de les désigner quelquefois par l'expression de forces matérielles, cette désignation se rapporte au rôle qu'elles jouent dans l'univers, à la nature spéciale des manifestations qu'elles produisent, et non à leur essence propre qui ne comporte en aucune manière les attributs caractéristiques de la matière. Du reste, toute force, quel que soit son mode d'action, nous semble être essentiellement spirituelle, et nous en trouverons une preuve dans l'origine même de cette conception. D'où naît en nous l'idée de force ? C'est en nous-mêmes que, pour la première fois, une force se révèle avec évidence, et, pour tout dire, c'est même la seule que nous puissions connaître. Quand j'agis, quand je veux lever mon bras, j'ai conscience d'un pouvoir que je possède, ou plutôt je me sens, je me connais comme force. Lorsque voyant un corps tomber, j'admets que sa chute est provoquée par une énergie, une puissance motrice quelconque, mon affirmation est le résultat d'une induction irrésistible et universelle ; mais, en

réalité, cette énergie, cette puissance m'échappe ; j'en vois seulement les effets. Quant à la force qui se révèle en moi-même, non-seulement j'en aperçois les résultats, mais je la sens agir : or, cette force qui est moi-même et dont je ne peux nier l'existence, lors même que je le voudrais, est d'essence spirituelle. Il est vrai que certains systèmes nient cette spiritualité et veulent considérer tous les phénomènes possibles, aussi bien les phénomènes moraux et volontaires que les phénomènes physiques comme les attributs d'une même essence. Mais ceux-là même qui rejettent la distinction des deux natures reconnaissent que les deux catégories de phénomènes précités sont distincts et qu'ils ne peuvent être étudiés par les mêmes moyens. Sans donc rentrer dans une polémique déjà tant de fois soulevée et dont la solution ne nous paraît pas douteuse, nous nous bornerons à dire que, par l'ensemble de ses manifestations et de ses attributions, cette force intime qui est nous-même n'a pas les caractères de quelque chose d'étendu, de poreux, d'élastique, etc., et qu'en conséquence il n'y a aucun inconvénient à la désigner par une autre qualification que celle usitée quand on parle des corps.

Il est donc à remarquer que la seule force qu'il nous soit donné de connaître directement est une force spirituelle. Quant à toutes les autres, nous en concevons l'existence, mais ce n'est que par induction que nous pouvons en déterminer la nature.

Les forces motrices de l'univers nous apparaissent donc avec les caractères des essences spirituelles : ajoutons qu'elles doivent être en nombre restreint et qu'elles ne sont soumises à aucune condition de limites ni de temps. Néanmoins, leurs manifestations ont une étendue définie et sont temporaires. La force qui produit le mouvement lumineux, par exemple, agit dans toute l'immensité de l'espace et sans que son action soit un instant interrompue ; néanmoins, la lumière et ses diverses manifestations ne se produisent point partout en même temps. Ainsi, pour qu'elle se révèle par le phénomène de la double réfraction, il faut que sur son passage d'autres forces aient réalisé certaines conditions, celles qui se retrouvent dans le spath calcaire et autres corps bi-réfringents.

Les masses de fer oxidé que l'on trouve dans les entrailles de la terre, et celles qui proviennent des aérolithes circulant dans les espaces planétaires, sont dues aux mêmes forces chimiques qui, sillonnant l'étendue indéfinie dans toutes les directions, ont engendré cette combinaison partout où les autres forces qui devaient concourir avec elles pour lui donner naissance satisfaisaient aux conditions de formation de ces masses métalliques.

Nous n'admettons point, avec Leibnitz, que chaque monade possède en elle-même toutes les énergies nécessaires au rôle qu'elle doit remplir dans l'univers, en sorte que toutes les molécules homogènes, toutes celles de carbone, par exemple, renferment chacune une entéléchie distincte, une espèce de petite âme spéciale. A notre point de vue, comme à celui de Faraday, chaque force physique, chimique ou vitale est une ; elle agit dans toute l'immensité de l'espace. Il n'y a qu'une seule force lumineuse, une seule force gravitante, une seule force électrique, etc., et chacune de ces forces, rayonnant dans toute l'étendue indéfinie ouverte devant elle, y fait éclore des phénomènes variés en se combinant avec d'autres forces, poursuivant comme elle leur marche à travers l'espace avec des directions et des intensités différentes.

Cette manière de voir nous permet de restreindre considérablement le nombre des forces motrices. Nous savons d'ailleurs que la connaissance plus complète des phénomènes conduit à cette réduction. Déjà le magnétisme est ramené à être une forme de l'électricité. La chaleur et la lumière ne tarderont peut-être pas à se confondre. En tout cas le nombre des forces actuellement admises est déjà peu considérable et paraît devoir plutôt être diminué qu'accru par les futures découvertes.

La nature spirituelle des force établie, examinons si l'on peut dire d'elles qu'elles ont conscience de leurs actions, et qu'elles sont intelligentes.

§ 2. — On ne peut attribuer aux forces, prises isolément, ni conscience ni intelligence. — Ce qu'on doit entendre par causes finales. — De la contingence des lois physiques, chimiques et physiologiques.

En ce qui concerne les forces physiques et chimiques, l'accord paraît unanime :

Physiciens et chimistes n'hésitent pas à refuser l'intelligence aux agents naturels dont ils se sont proposés d'étudier les manifestations diverses. Il n'en est pas de même des physiologistes. Nous avons vu qu'ils se divisaient en trois écoles : animistes, vitalistes, organiciens. Nous n'aurons pas dans la question actuelle à nous occuper de ces derniers, [puisqu'en général ils s'interdisent de remonter au principe de la vie et de l'organisation.

Les animistes considèrent ce principe comme spirituel, puisqu'il n'est autre que l'âme elle-même. Il semblerait que, pour être conséquents, ils devraient lui attribuer l'intelligence. Mais l'évidence des faits les oblige d'admettre que l'âme n'a nullement conscience de ses actes, lorsqu'elle préside à la formation de l'organisme et aux fonctions multiples que les organes remplissent. Il en résulte qu'il faut scinder en quelque sorte l'âme en deux parts : l'une qui agit sans avoir aucune conscience de ses actes, et qui, cependant, n'hésite jamais dans l'accomplissement de son œuvre ; l'autre qui sait qu'elle agit, mais qui, presque toujours, a besoin d'effort et de réflexion. Non-seulement, l'âme, en tant qu'elle pense, raisonne, veut, ne prévoit pas les innombrables phénomènes dont l'organisme soumis à sa dépendance est le théâtre, non-seulement elle n'est pas maîtresse de les faire naître ou cesser par le simple effet de sa volonté, mais elle n'a pas le moindre soupçon de sa puissance d'action en ce qui concerne le développement et le jeu de ses organes ; mais elle ignore la presque totalité des faits qui caractérisent l'évolution organique, le mécanisme des fonctions vitales. Si elle arrive à connaître l'existence de la vésicule germinative au début de l'apparition de la vie, les diverses circonstances de la fécondation ; les phases successives de l'état embryonnaire, la formation des organes

multiples dont le corps animé est pourvu, les caractères spécifiques des tissus, leur rôle varié, les phénomènes digestifs, circulatoires, etc., c'est grâce à un travail opiniâtre et patient, c'est à la suite de longues et persévérantes recherches; et ce serait cependant elle qui serait la cause directe, immédiate de ce merveilleux mécanisme, de ces attractions mystérieuses, de ces compositions et décompositions incessantes qui constituent le processus vital! Ce dualisme d'action attribué à l'âme et qui lui impose en quelque sorte deux manières d'être contradictoires suffirait pour faire rejeter l'animisme, contre lequel, d'ailleurs, il n'entre pas dans notre cadre de soulever une polémique sérieuse. Sous ce point de vue on peut consulter avec fruit l'intéressant travail que notre savant ami M. Philibert a consacré au principe de la vie suivant Aristote, et dans lequel il discute les théories nouvelles sur la même question. Nous ne voulons retenir de l'animisme qu'une seule affirmation : la force motrice vitale dans ce système est spirituelle, mais bien qu'intelligente et consciente d'elle-même dans ses fonctions psychologiques, elle agit physiologiquement sans avoir conscience de ses actes et par suite, comme si elle était dépourvue de toute intelligence.

L'hypothèse des vitalistes qui admet un principe vital distinct à la fois et de l'âme et des organes nous paraît aboutir à la même conclusion que l'animisme. Il est vrai que la doctrine des vitalistes est assez difficile à saisir; tantôt ils semblent affirmer l'indépendance et l'unité absolues de ce principe, cause des phénomènes vitaux; tantôt ils se rapprochent des organiciciens et déclarent qu'il est inutile de discuter si le principe vital est ou n'est pas une substance, puisqu'il pourrait n'être après tout, qu'un mode inhérent aux corps animés. Les vitalistes inclinent cependant à en faire une espèce d'être à part, qui ne serait ni esprit ni matière, à la fois simple et multiple, pouvant résider dans les organes séparément, tout en conservant son unité. Barthez va même jusqu'à lui attribuer des sentiments et des volontés. Il est vrai qu'il ajoute que ces sentiments sont aveugles et ces volontés non réfléchies. Sous ce rapport le principe vital représenterait assez exactement ce mode de l'âme

qui, suivant les animistes, est la cause efficiente de l'organisation et de la vie. Il serait inconscient, bien que tous ses actes révèlent une profonde intelligence. On ne peut nier en effet que tout dans l'être organisé semble indiquer un plan préconçu. Les phénomènes s'y succèdent avec une régularité parfaite et paraissent tendre vers une fin commune qui constitue l'unité de l'être et qu'il paraît bien difficile d'expliquer, si on considère isolément la contexture et les fonctions de chaque organe. Nulle part plus que chez les êtres doués de vie, la théorie des causes finales ne s'est imposée à l'esprit. Mais que l'on se reporte à tout ce qui a précédé, et il faudra reconnaître qu'en définitive les forces vitales ne procèdent pas d'une autre manière que les forces physiques et chimiques. Quand la gravitation universelle, combinée avec la force de projection, fait décrire aux corps planétaires des orbites si souvent troublées par les attractions mutuelles, où des courbes sinueuses d'une détermination si difficile, telles que celles parcourues par les satellites, sans que, cependant, la stabilité générale du système en soit le moins du monde compromise, on ne peut nier que les lois auxquelles obéissent ces forces n'aient été ordonnées en vue de maintenir cette stabilité et l'harmonie des mouvements. Personne cependant ne songe à pourvoir la gravitation d'intelligence et de raison. Dira-t-on, lorsque deux atomes d'hydrogène se combinent avec un atome d'oxygène, que l'affinité chimique qui agit dans cette circonstance s'était proposé de produire une molécule d'eau? Que les énergies moléculaires qui se développent dans une solution saline et exposée à une lente évaporation, se donnent pour fin de donner naissance à un cristal?

Toutes ces forces ont agi en vertu de leur énergie spéciale; l'effet s'en est suivi invariablement, parce que toute force est active par essence, et que toute action détermine un phénomène. En est-il autrement des puissances qui président aux manifestations vitales? Lorsque l'agent fécondant est apporté à la vésicule germinative, les attractions d'où dérivent les phénomènes de la fécondation doivent nécessairement se produire. Lorsque ces premières modifications ont eu lieu, les conditions nouvelles dans lesquelles se

trouvent les molécules organiques de la vésicule fécondée font entrer ces attractions dans une nouvelle phase : le travail de l'organisation commence. Il se manifeste d'abord par une extension de la vésicule, par sa conversion en cellule au moyen de l'apposition d'une membrane. La cellule formée, les attractions continuent leur rôles : elles s'exercent sur le contenu, le divisent en plusieurs masses qui deviennent chacune à leur tour une cellule ; les cellules agglomérées se disposent en tissus d'abord, puis bientôt en organes, etc., mais objectera-t-on, cette marche primitive de l'organisation est la même chez tous les êtres organisés : d'où vient qu'après un certain temps les différents organes ne sont ni semblables ni en même nombre chez tous les êtres ? D'où vient que la vésicule germinative d'un végétal ne donne jamais naissance qu'à un végétal ; celle d'un animal à un animal ? D'où vient la constance de l'espèce ? Le développement suit donc une loi tracée d'avance et se modèle sur un plan invisible, mais que doit connaître le principe de la vie. Tout en reconnaissant que dans chaque type l'évolution se fait suivant un mode spécial, nous n'admettons point la conclusion. Dès que l'embryon commence à prendre une forme appréciable, à être autre chose qu'un groupe en apparence irrégulier de cellules, nous le voyons passer par une série de modifications qui varient suivant l'espèce, le genre, le règne auquel il appartient. Ceci est un fait général et qui ne souffre aucune exception. Mais si tout à fait à sa première apparition, nous n'avons pu reconnaître ses différences spécifiques, il faut en accuser l'imperfection de nos moyens d'observation. Ces différences existent, nous n'en pouvons douter, alors même qu'il n'a pas même encore commencé son mouvement d'évolution : les caractères de l'espèce sont déjà empreints dans la vésicule germinative elle-même, dans les molécules organiques de l'agent fécondateur. Avec les pouvoirs amplifiants dont nous pouvons disposer, il est possible de distinguer une vésicule germinative végétale d'une vésicule germinative animale : chez les premiers, on peut même dans beaucoup de cas constater des différences d'aspect chez beaucoup de vésicules appartenant à des familles ou à des espèces diverses ; mais alors même qu'elles

nous paraîtraient toutes identiques de forme et de composition, n'est-il pas rationnel que dans chaque espèce les conditions auxquelles est subordonnée l'action des forces vitales n'étant point exactement similaires, puisqu'il y a dissimilitude dans les caractères spécifiques, cette dissemblance doit se refléter dans l'organe spécialement consacré à la reproduction de cette espèce? En définitive, les forces vitales agissent comme toutes leurs analogues suivant des lois mécaniques aussi invariables que celles des corps bruts, et nul besoin n'est d'introduire l'idée d'un dessin, d'un plan qu'elles tendraient à réaliser. Si ces lois étaient exactement connues, elles s'exprimeraient par des formules mathématiques, comme celles de la gravitation et de la lumière. C'est à la science de l'avenir qu'il appartient de résoudre ce difficile problème.

Les partisans des causes finales ont invoqué en faveur de leur thèse les modifications singulières de certains organes, modifications qui ont pour objet de les approprier à des fonctions différentes de celles qui devaient être leur partage. Nous voyons, par exemple, dans les Liliacées les divisions du calice usurper le rôle et l'éclat des pétales; celles-ci se transformer par degrés insensibles en étamines chez les Nymphéacées. Ne pourrait-on pas dire qu'il ressort de ces faits et de beaucoup d'autres analogues que la nature s'essaie en quelque sorte à réaliser un but, qu'elle y arrive progressivement et comme à la suite d'efforts combinés et réfléchis. Des observations plus sérieuses ont fait justice de pareilles allégations: au début, le développement des diverses parties de la fleur est uniforme et se présente à nous sous des aspects presque identiques. Cette ressemblance se conserve même assez longtemps, et ce n'est qu'après une période d'une certaine durée que les étamines et les pistils perdent leur forme carpellaire pour adopter leur figure définitive, tandis que le calice et la corolle conservent l'apparence de carpelle jusqu'à la fin de leur existence. Cette dissemblance dans l'évolution tient aux lois qui régissent les forces vitales, sans qu'il soit nécessaire d'accorder à celles-ci une prévision quelconque, une intelligence non réfléchie.

Les corps bruts nous offrent, d'ailleurs, des faits qui pourraient

être avec autant de raison attribués à une espèce de vision prévoyante. Citons un seul exemple, entre mille : Une troncature se produit sur l'une des arêtes ou l'un des angles d'un cristal : l'on peut être certain d'avance que des troncatures exactement semblables existent sur les arêtes ou angles cristallographiquement homologues. Faut-il donc admettre que les forces qui président à la cristallisation ont un sentiment aveugle de la symétrie ?

Aucun savant n'oserait le prétendre, et l'explication la plus rationnelle consiste à voir dans cette harmonieuse disposition de troncature le résultat des conditions d'équilibre que nécessite la constitution d'un cristal. Tous les éléments de ce dernier marchant par paire, il est indispensable que la modification d'un élément entraîne celle de l'élément symétriquement placé, faute de quoi l'équilibre mécanique serait rompu.

La forme de l'onde lumineuse, cette forme si remarquable, dont Fresnel, Hamilton, Cauchy ont donné l'élégante formule, et qui tantôt est une combinaison de la sphère et de l'ellipsoïde de révolution, tantôt le résultat de deux ellipsoïdes à axes inégaux, est la conséquence mathématique des lois de la lumière et de celles de la cristallisation.

Si l'on envisage de même toutes les forces naturelles connues, on peut se convaincre que, même dans les circonstances où le résultat de leur action semble en contradiction avec leur lois ordinaires, il n'est cependant que la stricte conséquence de ces mêmes lois. Les mathématiciens savent tous que, dans certaines courbes, la ligne qui en détermine le contour semble changer brusquement de direction et constitue ce qu'on appelle une arête de rebroussement. Cette allure nouvelle est indiquée cependant par la formule même de la courbe, et la loi de celle-ci est restée constante.

Les monstruosité teratologiques, si bien étudiées par Geoffroy-Saint-Hilaire, se ramènent aux lois connues du développement normal de l'être organisé, et il n'est plus permis de les considérer comme des bizarreries, des exceptions aux principes de l'organisation.

La conception des causes finales, en tant que l'on voudrait attribuer à chacune des forces naturelles, et à propos de chacune de ses manifestations innombrables, un but, une fin arrêtée, repose sur une notion erronée de l'action de ses forces. Nous y reviendrons bientôt, en nous plaçant à un autre point de vue.

Si l'on est d'accord pour refuser aux forces naturelles la conscience et la prévision de leurs actes, en revanche il est moins rare de leur voir attribuer une certaine nécessité impérieuse. Se fondant sur ce principe, fruit d'une induction légitime, que les lois de ces forces sont invariables, et qu'elles n'ont pu éprouver aucun changement depuis que l'univers existe, les défenseurs de ce système estiment que cette invariabilité tient à ce que les diverses énergies qui se manifestent dans cet univers ne pouvaient pas être autrement qu'elles ne sont, que leurs modes d'agir sont d'une nécessité absolue et immuable. Cette manière de concevoir l'existence et la nature des forces naturelles est complètement hypothétique. Aucun fait scientifique ne nous autorise à l'admettre. Prenons, par exemple, une des grandes lois de la nature, celle de la gravitation. En quoi cette formule : Les corps s'attirent en raison directe des masses et en raison inverse du carré de la distance, est-elle nécessaire ? La partie de cette formule qui concerne les masses a, nous l'accordons sans peine, une espèce de nécessité relative, puisqu'elle est une conséquence rigoureuse de la notion de la masse chez les corps ; mais il n'en est nullement de même de la deuxième partie. Au lieu de la raison inverse du carré, je peux admettre la raison simplement inverse : la raison inverse du cube, etc. Il est vrai que, dans ces hypothèses, les faits actuels ne s'expliqueraient plus : ces nouvelles lois sont contraires à l'expérience, mais elles n'ont rien par elles-mêmes qui soit contradictoire, Elles sont aussi possibles que la première, et l'on peut même chercher comment se comporteraient les corps, comment apparaîtraient les phénomènes si elles étaient les lois de la force attractive. Les mathématiciens, qui s'occupent de mécanique, le savent parfaitement. Ces diverses hypothèses sont traitées, dans les ouvrages spéciaux, comme exercice de calcul. Ce que nous disons de la gravitation s'applique

sans exception aucune à toutes les autres forces naturelles. Aucune, prise séparément, ne s'impose à notre esprit avec un caractère de nécessité indéniable. Leurs lois, établies par l'expérience, nous apparaissent comme pouvant être autres qu'elles ne le sont : si leur nécessité existe, elle nous échappe, et nous n'avons aucun motif pour l'admettre ; cette raison suffit pour reléguer l'opinion des déterministes dans le domaine de l'hypothèse.

Mais si considérées à part les lois assignées par l'observation aux forces naturelles n'impliquent aucune nécessité absolue, il n'en est point de même si nous envisageons l'action simultanée de ces mêmes forces. Plus on approfondit les phénomènes de l'univers, mieux on établit leurs rapports, et plus tout en reconnaissant qu'ils appartiennent à des catégories distinctes et que par conséquent ils dépendent d'influences diverses et de lois spéciales, on arrive à cette conviction que l'harmonie existe entre ces influences distinctes, et qu'elles concourent toutes de manière à produire les phénomènes de la manière la plus simple et avec la plus grande économie de force possible. Bien que dans certaines circonstances les forces soient en quelque sorte en lutte les unes contre les autres, cette lutte a pour résultat un progrès dans le développement total de l'univers. Cette dépendance mutuelle des forces, cette raison profonde de convenance qui fait que l'une d'elles étant donnée, les autres doivent satisfaire à certaines conditions indispensables pour que l'harmonie générale subsiste en maintenant le principe mécanique de la moindre action, nous conduisent à admettre qu'étant par elles-mêmes dépourvues d'intelligence et de prévision, elles sont placées sous l'empire d'une force unique et supérieure, intelligente et libre, qui a déterminé d'avance leurs lois et réglé leurs attributions. Cette intelligence suprême, c'est Dieu dont nous n'avons pas ici à rechercher les autres attributs ni à démontrer l'existence.

seront réalisés en elle tous les caractères, toutes les propriétés des corps.

Pour plus de simplicité, nous ne lui avons donné d'autres attributs que ceux des corps bruts ; mais on peut lui ajouter toutes les prérogatives des êtres animés et vivants en faisant jouer aux énergies vitales un rôle analogue à celui des forces physiques et chimiques. La sagacité de nos lecteurs suppléera facilement à cette lacune de notre exposition.

Si par univers matériel on entend la totalité des corps qui se montrent à nos yeux, qui sans cesse changent et se modifient, et témoignent de leur peu de réalité par l'étonnante et continuelle variété d'apparences sous lesquelles ils se révèlent, on doit dire que l'univers matériel n'existe pas, qu'il n'est qu'une apparence trompeuse. Telle n'est point notre pensée. Les phénomènes visibles, tous ceux qui peuvent affecter nos sens, aussi bien que ceux qui nous échappent par leur subtilité ou par suite de l'énormité de leurs distances, sont très-réels, mais non d'une réalité substantielle. Ce qui est, ce qui dure, ce qui est le véritable substratum de ces phénomènes, substratum invisible et que la compréhension de l'intelligence peut seule saisir, ce sont les forces motrices, agents secrets, causes toujours agissantes, mais toujours voilées à nos regards, et dont il faut chercher maintenant à pénétrer la nature, l'essence.

CINQUIÈME PARTIE

DE L'ESSENCE DES FORCES

§ 1^{er}. — Les forces de l'univers physique sont d'essence spirituelle. — Leur action continue dans le temps et dans l'espace ne produit que des phénomènes temporaires et localisés.

Nous savons, il est vrai, que cette essence, comme celle de toutes choses, est en soi impénétrable à notre conception bornée et finie. Aussi nous ne traiterons ce problème que par le point de vue qui nous est abordable. Quand on étudie non pas seulement

SIXIÈME PARTIE

RÉDUCTION DES FORCES MOTRICES A UNE SEULE

§ 1^{er}. — Dernière hypothèse. — Dieu est la force unique — Comparaison de ce système avec celui de Mallebranche, de Berkeley et de Leibnitz. — Il est la négation absolue du matérialisme et n'est point le panthéisme.

Nous pourrions nous arrêter ici et résumer les conclusions auxquelles nous sommes arrivés. Ces conclusions sont celles-ci : les corps en tant que substances matérielles n'existent pas. La matière n'a aucune réalité. Ce qu'on appelle les corps est un assemblage de phénomènes tombant en général sous nos sens et qui sont produits par des forces, essences spirituelles, invisibles, agissant dans les diverses parties de l'espace suivant des lois invariables, mais non nécessaires. Il existe toutefois entre ces lois une connexion étroite qui est justifiée par l'harmonie de l'univers. Ces conclusions que le génie de Leibnitz a entrevues, que Boscovitz a formulées le premier, qu'ont appuyées de leur autorité scientifique Faraday et Cauchy, laissent cependant un point obscur qu'il ne faut point songer à résoudre directement. Existe-t-il en effet réellement des êtres spéciaux doués des attributs que nous assignons aux forces ? Il ne faut pas oublier que si les manifestations de ces forces sont limitées, bornées dans le temps et dans l'espace, il n'en est point de même de l'énergie qui est leur essence. Elles agissent alors que rien ne se manifeste à nos sens, après comme avant l'apparition des phénomènes, remplissant l'univers de leurs effluves sans que nous puissions admettre que leur puissance virtuelle soit suspendue un seul instant. L'on peut concevoir par la pensée, que l'univers matériel ait des bornes, qu'en atteignant une certaine limite on ne rencontre plus aucun corps, mais au-delà, là où toute matière cesserait, où toute existence serait anéantie, l'esprit aperçoit encore le vide indéfini de l'espace. Cette étendue illimitée, c'est le domaine possible de l'activité des forces. Nous n'avons donc aucun motif pour

assigner une borne à la sphère d'action de ces énergies puissantes qui entretiennent le mécanisme universel, bien qu'en réalité cette sphère puisse ne pas s'étendre au-delà d'un certain diamètre, pas plus que nous ne pouvons supposer qu'elles aient cessé un seul instant d'agir à partir du moment où elles ont apparu dans le monde. Illimitées dans l'espace, indéfinies dans la durée, tel est le double caractère qui nous frappe le plus dans elles et qui expliquent cette émotion profonde que nous fait éprouver la contemplation de l'univers.

Pour répondre à cette question : les forces motrices sont-elles des êtres réels ? il faut donc tenir compte de ce double caractère et en même temps maintenir cette subordination dans laquelle elles se trouvent vis-à-vis de la cause première, seule raison suffisante de l'harmonie qui éclate dans leurs rapports. La solution cherchée échappe à nos moyens directs de connaissance, et ne peut être essayée que par voie d'hypothèse. Or, il n'en est que deux possibles. Ou, les forces sont des êtres réels, distincts et alors pour expliquer leur dépendance de la cause première et la contingence de leurs lois, il faut qu'elles n'aient pas toujours existé, qu'elles aient été créées.

Ou les forces ne sont autre chose que la cause première elle-même, et la distinction qui apparaît entre ces forces tiendrait à la diversité des modes d'action de cette cause première.

Tout en reconnaissant qu'il est impossible de savoir laquelle est la vraie de ces deux hypothèses, il est à remarquer que la dernière est la plus simple. Elle supprime un plus ou moins grand nombre d'intermédiaires entre la cause par excellence, et les faits naturels. L'univers physique serait donc dans ce système la manifestation de l'activité de Dieu agissant dans le temps et l'espace, ou plutôt se reflétant par d'innombrables phénomènes au sein de l'éternité et de l'immensité divines. Dieu est continuellement présent et actif dans l'indéfinitude du monde. Ce monde est sa révélation continue et visible. Si son action cessait un seul instant, toutes les apparences sensibles que l'on appelle les corps, toute cette prétendue réalité matérielle, figurée et changeante, s'évanouiraient comme les

images produites par la fantamasgorie disparaissent par le seul fait de la suppression d'une source lumineuse. Si nous avons peine à concevoir une limite dans l'étendue et la durée de l'univers, c'est que nous n'en concevons point à l'éternité et à l'immensité de la force infinie, principe de ce qui est, et que comme l'a dit le poète : notre imagination se laisserait plutôt de concevoir que la puissance divine de produire.

L'hypothèse admise diffère notablement de la vision en Dieu de Mallebranche et de Berkeley. Ces deux éminents esprits ont fort bien remarqué que les propriétés secondes des corps n'impliquaient pas la réalité de la substance matérielle. Quant aux propriétés fondamentales, essentielles, l'étendue et l'impénétrabilité, ils n'en ont point saisi la véritable signification. Ils se sont bornés à indiquer les nombreuses erreurs que nous commettons sous ce rapport. Pour éviter le matérialisme et ne pas attribuer à Dieu les propriétés des corps, ils ont nié leur existence, et n'ont vu dans l'univers qu'un mode de la pensée divine. Dieu pense l'univers, il le conçoit dans son intelligence infinie ; mais en réalité il ne le crée pas : il ne passe pas à l'acte. Seulement, il nous permet de lire dans un recoin de sa pensée, et c'est par une espèce de communion entre notre intelligence et celle de la puissance infinie que nous apercevons le monde auquel nous attribuons faussement la réalité. Le spectacle de l'univers est donc une constante illusion et il semble que suivant l'expression de Descartes un génie malin et trompeur nous entretienne dans cette illusion : Mallebranche et Berkeley, n'ont fait que développer cette pensée cartésienne, en retranchant seulement les expressions qui choquaient leur respect profond et sincère pour la divinité. Il est clair qu'en adoptant rigoureusement le système de la vision en Dieu, il faut admettre que s'il n'existait aucune créature intelligente, Dieu seul existerait dans sa majestueuse, mais solitaire unité.

Pour nous, au contraire, l'univers n'est pas une illusion : il a une existence, mais une existence phénoménale. Il n'est pas seulement conçu dans la pensée infinie ; il n'existe pas seulement à l'état d'idée. Dieu en agissant, sans cesse en faisant jaillir par la puis-

sance de la volonté la série des temps et l'indéfini de l'espace a produit quelque chose de très-réel, des phénomènes en nombre presque infini. Alors même qu'il n'existerait pas une seule intelligence en dehors de la sienne, cet univers de phénomènes n'en existerait pas moins ; ce que nous appelons les forces naturelles et qui ne sont autre chose que les énergies diversement combinées qu'il déploie agiraient avec la même intensité et suivant les mêmes directions : leurs lois seraient aussi invariables : car ces lois ne sont que les formules de la volonté libre de la cause première. Cette conception de l'univers phénoménal substituée à celle de l'univers matériel et substantiel est la négation la plus complète du matérialisme, cette doctrine désolante que faute d'avoir approfondi la question certains esprits voudraient faire considérer comme le dernier mot de la science moderne. L'indestructibilité que l'on attribue à la matière ne peut s'entendre que de la force éternelle qui engendre, maintient et développe le monde. Tous les atomes de cuivre qui existent dans n'importe quel lieu de l'espace pourraient disparaître sans qu'il y ait une seule réalité anéantie. Car ces atomes ne sont qu'un phénomène spécial résultant d'une certaine combinaison dans les manifestations de la force. Or, rien ne prouve qu'il soit dans la loi générale de l'univers que cette combinaison doive durer toujours. Si par suite du développement inconnu de cette loi, elle venait à ne plus se produire, il n'y aurait plus un seul atome de cuivre, et cependant les diverses énergies auxquelles il doit naissance n'en continueraient pas moins à agir et à enfanter de nouvelles combinaisons. Le matérialisme est un non-sens intellectuel : c'est un arrêt dans le développement de la raison humaine qui prend l'image pour la réalité, et s'attache à l'ombre quand la lumière l'inonde et l'éblouit.

D'un autre côté, nous repoussons toute analogie entre notre hypothèse et le panthéisme. Tout système panthéiste attribue à Dieu les propriétés constatées chez les êtres matériels. C'est ainsi que Spinoza à édifié un panthéisme parfaitement caractérisé en plaçant dans la substance une et infinie l'attribut d'étendue. En vain, affirme-t-il qu'il ne s'agit point de l'étendue figurée, limitée,

que nous remarquons dans les corps, ceux-ci sont des modes de la substance divine, au même titre que les âmes. Pour nous, l'étendue pas plus que l'impénétrabilité ne sont des propriétés : ce sont des conditions particulières à l'action des forces naturelles. Il n'y a donc en Dieu rien qui ressemble à l'étendue ou à l'impénétrabilité : mais étant donné la conception des corps ou apparences matérielles, elle implique cette condition que ces apparences doivent être étendues, avoir une certaine forme, et que deux apparences ne peuvent pas coexister dans le même lieu. Il est presque superflu d'insister sur les différences qui séparent notre système de la monadologie Leibnitzienne. Ainsi, par exemple, nous considérons la force électrique comme une et nous concevons que si elle ne se manifeste pas partout, c'est qu'elle ne rencontre que par intervalles les conditions nécessaires à cette manifestation. Pour Leibnitz, chaque corps ou plutôt chaque partie infiniment petite d'un corps possède sa force électrique spéciale, distincte de celles qui agissent dans les autres parties et chez les autres corps. Du reste, ce qu'il y a d'imparfait dans la conception de Leibnitz tenait à l'ignorance ou l'on était à son époque de la constitution des corps, et c'est pour suppléer à cette insuffisance en même temps que pour rendre compte de la concordance de toutes ces actions distinctes qu'il a du, pour compléter son système, introduire l'idée d'une harmonie préétablie qui paraît fort peu admissible et qui fait l'effet d'un hors-d'œuvre, d'un expédient peu acceptable.

Ainsi, que nous l'avons déjà expliqué, c'est chez Boscovitz, Faraday et Cauchy, que nous trouverons les germes de notre théorie. Mais le premier n'a émis que des vues très-incomplètes bien qu'empreintes d'une grande pénétration d'esprit. L'illustre Faraday n'a consacré que fort peu de développement à ces intéressantes questions. Il ne s'est occupé d'ailleurs presque exclusivement que du point de vue physique, à peine du point de vue chimique et nullement du point de vue physiologique. Les deux Mémoires dans lesquels il a exposé sa manière de voir sont peu connus, et les raisons par lesquelles il est arrivé à ses conclusions sont peu fortement motivés. Il y a chez lui plutôt une espèce d'intuition qu'un examen

sérieux et raisonné de la question. Cauchy n'a rien publié d'*in extenso* sur cette matière, mais il est notoire qu'il penchait vers les idées de Faraday et qu'il a même cherché à les développer au moyen de l'analyse mathématique. Il est à désirer que les mathématiciens reprenant ces données les traitent avec les développements convenables.

Ne nous berçons pas, toutefois, d'une vaine illusion. Sera-t-il donné à l'esprit humain de résoudre cet immense problème? En admettant, ce qui est très-contestable, que les théories de la gravitation de la lumière et du son, aient trouvé leurs formules définitives, il reste encore à les compléter et à y ramener une foule de faits dont on n'a pu trouver encore l'explication satisfaisante. La théorie de la chaleur est à peine ébauchée : les formules établies sur le système de l'émission ne sont plus acceptables, les observations récentes sur le rôle du calorique et sa transformation en force motrice ont ouvert de nouveaux horizons et nécessitent une formule plus en harmonie avec les progrès de la physique. A part quelques essais assez vagues d'Ampère, rien de sérieux n'a été fait jusqu'à ce jour pour découvrir la loi fondamentale des mouvements électro-magnétiques. L'application de l'analyse mathématique aux phénomènes généraux de l'univers est donc encore à ses débuts, et c'est cependant par là qu'il faut nécessairement commencer. Ce premier pas accompli, il sera possible d'aborder la solution mécanique qui nous donnera la clé des phénomènes chimiques. La composition et la décomposition des corps, les affinités mystérieuses de leurs éléments sont liées d'une manière trop intime aux influences des agents physiques pour qu'il soit possible de chercher à pénétrer le secret des mouvements atomiques et moléculaires avant de connaître les formules exactes des forces qui donnent lieu à ce qu'on appelle propriétés générales de la matière. Une théorie exacte de la chimie inorganique doit d'ailleurs précéder celle relative à cette partie de la science qui étudie les substances organiques. Dans cette dernière déjà les formules sont beaucoup plus complexes ; les combinaisons comportent une somme plus considérable d'atomes, et par suite les affinités mises en jeu sont plus

variées que dans la chimie des corps bruts. C'est seulement lorsque les lois de la chimie organique auront été exprimées par des équations rigoureuses qu'il n'y aura pas témérité à frapper à la porte du sanctuaire des forces vitales, et à faire entrer la physiologie dans le domaine du calcul. Il nous semble à ce propos entendre les physiologistes se récrier contre de si audacieuses prétentions : renfermer dans le cadre étroit d'une formule abstraite les faits si multiples et si compliqués de l'organisation? Qu'elle erreur de l'imagination? Nous en demandons pardon aux physiologistes : mais de deux choses l'une : ou il n'existe pas de lois en physiologie, ou s'il en existe, elles peuvent être rigoureusement formulées : or, le développement des êtres organisés se fait suivant des règles certaines, invariables : les physiologistes ne la contestent pas : seulement jusqu'ici, et faute de pouvoir faire autrement, c'est à l'expérience, à l'observation qu'il a fallu s'adresser pour les connaître. Mais l'expérience, l'observation ne nous font connaître que le visible, l'apparent. Loin de nous la pensée de nier leur importance. C'est par elles qu'il faut commencer pour marcher dans une voie sûre. Mais le visible ne comporte pas toute la réalité, Au-delà des limites fixées à nos sens, que de faits inconnus, et qui resteraient à jamais ignorés si une induction puissante ne les révélait à notre intelligence. Les atomes et les molécules échappent et échapperont toujours à l'observation la plus délicate. Les chimistes cependant, et les physiciens n'hésitent pas à les admettre. En dehors, par conséquent de la physiologie d'expérience, de celle basée sur un examen scrupuleux des phénomènes apparents, il en est une qui jusqu'ici s'est dérobée à nos recherches, parce que nous manquons des bases nécessaires à sa construction : c'est celle qui tenant compte des faits connus et des théories atomiques et moléculaires admises saura trouver la loi première des mouvements infiniment petits d'où dérivent les fonctions vitales. Cette physiologie, la seule rationnelle, sera le commencement de la science des corps, la dernière étape fournie par cet infatigable marcheur qu'on appelle l'esprit humain.

Nous sommes heureux, d'ailleurs, de pouvoir citer à l'appui de

ces conditions sur l'avenir de la physiologie l'opinion d'un homme dont on ne niera pas la compétence. Dans un récent écrit intitulé : *Introduction à l'étude de la physique médicale*, un savant professeur de Montpellier, M. Moitessier a développé cet ordre d'idées. Comme nous venons de le faire, il entrevoit le jour où appuyés sur des théories plus complètes en physique et en chimie, les physiologistes pourront pénétrer les lois intimes des mouvements organiques et vitaux. Nous ne pensons pas être téméraires en concevant la même espérance et en poussant les savants dans une voie qui ne peut être que féconde.

§ 2. — Solution dans ce système de deux questions vivement débattues aujourd'hui : génération spontanée et transformation des espèces.

Les conséquences auxquelles donne lieu la conception de l'univers physique, telle qu'elle vient d'être décrite, sont trop nombreuses pour que nous essayons de les passer en revue et de les discuter. Il en est deux, cependant, que nous allons examiner, parce qu'elles rentrent tout à fait dans le cadre des problèmes scientifiques, et qu'elles ont un intérêt d'actualité qui nous autorise à émettre une opinion sur les questions qu'elles soulèvent.

L'on discute beaucoup, depuis quelques temps, sur la possibilité des générations spontanées. MM. Pouchet et Joly ont essayé de prouver qu'un être organisé peut naître sans le concours d'êtres semblables à lui, et par le seul effet de l'action des forces vivantes invisibles sur la matière inanimée. Toutefois dans l'impossibilité de contester l'évidence des faits, ils n'ont point exposé cette thèse dans toute sa rigueur et y introduisent deux modifications essentielles. En premier lieu, cette transformation n'aurait lieu actuellement que pour les êtres les plus infimes tels que les végétaux cryptogames placés au plus bas de l'échelle, et les animalcules infusoires les moins complexes et les plus petits. En second lieu, il n'y aurait pas transformation directe de la matière brute en un végétal ou un animal. Mais quand, par suite de la cessation des fonctions vitales, l'être organisé périt, ses éléments au lieu de se séparer complète-

ment et de rentrer sous l'empire des lois physiques et chimiques, resteraient groupés à l'état de molécules organiques capables de reconstituer un nouvel être vivant. Ces deux restrictions apportées par ses propres défenseurs à la théorie hétérogéniste, nous semblent plus propres à en compromettre la valeur qu'à l'édifier. Par la première, les hétérogénistes se placent sur un terrain où l'observation est presque impossible à cause de la petitesse extrême des êtres soumis à l'examen. Tout en invoquant l'expérience, ils paraissent vouloir s'y soustraire. Quant à la seconde, ils ont mauvaise grâce à reprocher à leurs contradicteurs la dissémination des germes, puisqu'ils les remplacent par quelque chose d'équivalent, et que les partisans de la panspermie peuvent, avec quelque apparence de raison, affirmer être identique.

De la génération spontanée à la théorie darwinienne de la transformation des espèces, la transition est facile. Malgré la sage prudence avec laquelle Darwin a évité autant que possible de franchir les limites de l'observation. Il a dû mettre en avant un assez grand nombre de faits hypothétiques, et la pente est glissante. Ainsi Darwin n'admet pas que les espèces actuelles soient la transformation d'une espèce unique, primitive ; il suppose qu'à l'origine il y a eu déjà pluralité d'espèces, plusieurs types ; mais ces types, en se modifiant, ont donné naissance à une très-grande variété de types dérivés qui sont les espèces vivantes aujourd'hui. Une pareille supposition est évidemment gratuite ; ne peut-on pas se demander, en effet, si ces types primitifs ne proviennent pas d'une seule et même souche, et comme les dérivations successives ont eu pour résultat d'engendrer des organisations plus complexes et plus parfaites que les précédentes, n'est-on pas conduit à faire descendre toute les espèces animales actuelles, par exemple, de l'animal le plus simple et le plus inférieur dans la série. Entre les animaux et les végétaux, quand on considère les êtres les plus élémentaires, les distinctions spécifiques s'effacent en quelque sorte, et il ne faut pas presser outre mesure les principes de la théorie darwinienne pour en faire sortir cette conséquence que la substance végétale a pu, placée dans certaines conditions, revêtir les conditions de l'ani-

malité. En poursuivant la même argumentation, l'on arriverait facilement à considérer comme possible la transformation de la matière brute en matière végétale, et nous sommes ainsi ramenés aux opinions avancées par les partisans de la génération spontanée. Ces deux théories se complètent l'une par l'autre.

Il n'entre pas dans notre plan de discuter la valeur de ces deux systèmes ; il nous suffira d'indiquer à quel point de vue différent se placent les défenseurs de cette théorie et leurs adversaires, pour expliquer le rôle des forces naturelles. Nous verrons ensuite comment il nous est possible de concilier cette divergence, en supprimant les difficultés qui la provoquent.

C'est un fait attesté par toutes les recherches paléontologiques modernes que la vie n'est apparue sur notre globe que longtemps après la constitution de la masse terrestre. Il est encore certain que les espèces actuelles, aussi bien végétales qu'animales, n'ont point toujours existé, que des flores et des faunes très-différentes se sont succédées sur la surface des continents et dans les profondeurs des mers. Il résulte encore des mêmes observations que ces phases successives de l'apparition des êtres organisés se sont produites suivant une loi de progrès très-appreciable, en sorte que les espèces les plus imparfaites se sont montrées les premières, cédant la place à des types plus riches en organisation.

Appuyé sur ce fait de l'évolution progressive, les partisans de la génération spontanée et de la théorie darwinienne en font la base fondamentale de leurs doctrines. C'est en vertu de cette loi incontestable de progrès que, suivant eux, les éléments minéraux, seuls existants à l'époque de la formation du globe, ont pu, à un certain moment, constituer des combinaisons susceptibles de manifester des fonctions vitales ; ces derniers n'auraient apparu au début que sous leurs formes les plus élémentaires, pour s'élever de là par un progrès lent, mais contenu, aux organisations complexes que nous connaissons. Le développement de l'organisation, et si l'on veut embrasser la question à un point de vue plus général, le développement de l'univers se ferait donc suivant une loi constante, en vertu de laquelle la nature procéderait continuellement à la trans-

formation des réalités existantes en réalités douées d'attributs plus perfectionnés. Cette conception est pleine de grandeur, et à considérer l'ensemble des faits connus, on peut dire qu'elle est appuyée sur des inductions de la plus haute probabilité.

Les adversaires de la génération spontanée et de la transformation des espèces, ne nient point que les êtres organisés constituent une série ascendante dans le sens de la perfection ; mais ce principe général admis, ils contestent la valeur des procédés attribués à la nature pour effectuer ce progrès. Aucun exemple de génération spontanée ne s'est produit sous nos yeux ; jamais une espèce ne s'est transformée en une autre. Tous les faits invoqués par les adhérents de deux théories attaquées ne peuvent résister à un contrôle sérieux, et ils doivent accumuler inductions sur inductions, hypothèses sur hypothèses pour étayer des systèmes établis plutôt sur des aperçus ingénieux que sur des observations précises et indiscutables. Si, pour échapper à la puissance des arguments puisés dans les données de l'observation actuelle, hétérogénistes et darwinistes émettent l'opinion que, dans les temps anciens, à l'époque reculée où les êtres organisés commençaient à apparaître ; les conditions de la vie étaient différentes, que tout alors concourrait à un énergique développement des puissances vitales, on peut répondre que cette opinion est elle même une hypothèse, et qu'en outre, nous ne trouvons dans les débris des faunes et des flores paléontologiques aucune trace de ces prétendues transformations d'espèces. Or, à moins d'admettre qu'une espèce se soit brusquement changée en une autre, ce qui serait un fait inoui dans la science, nous devrions trouver les vestiges des êtres intermédiaires, les anneaux de cette chaîne qui commence à un être défini et se termine à un autre spécifiquement distinct. Jusqu'à ce jour la paléontologie ne nous a livré aucune de ces ébauches d'espèces inachevées, à plus forte raison, aucun indice d'un passage entre le règne végétal et le règne animal. Il y a plus, si l'on tient compte des nombreuses révolutions géologiques qui, à plusieurs reprises, ont modifié la circonscription et l'étendue des continents et des mers, l'opinion la plus accréditée serait en faveur d'une

succession de flores et de faunes interrompues par des cataclysmes et les oscillations du sol. Il ne faudrait donc pas admettre que les êtres organisés ont apparu en série continue. Quinze ou vingt fois, peut-être, ils auraient été détruits sur toute la surface de la terre, et dans l'intervalle laissé par chaque période de calme, une création nouvelle de végétaux et d'animaux aurait remplacé les espèces enfouies par les bouleversements superficiels. Ces apparitions répétées d'êtres organisés et vivants exigeraient donc une intervention spéciale de la cause première, puissance créatrice seule capable de repeupler les terres et les océans soumis aux seules forces physiques et chimiques.

Ces créations répétées, cette action plusieurs fois reproduite de la Providence qui semble remanier son œuvre imparfaite, et ne la recommencer que pour la détruire encore, ne laissent pas d'offusquer notre raison et de compromettre à ses yeux cette notion élevée des lois générales et invariables, dont nous trouvons partout de si sublimes exemples. Est-il impossible cependant de concilier ensemble deux affirmations qui paraissent contradictoires? Nous croyons pouvoir le faire en nous plaçant au point de vue qui fait l'objet de ce travail.

Il est inutile d'ajouter que nous ne prenons ni le parti des hétérogénistes et des darwinistes, ni celui de leurs adversaires. De quelque côté que soit la vérité, notre système peut s'accorder avec les deux opinions soutenues. Nous penchons, toutefois, à croire que tant que les faits observés donneront tort aux partisans de la génération spontanée et de la transformation des espèces, les probabilités sont en faveur de leurs adversaires; eux seuls peuvent invoquer des faits précis et qu'aucune exception n'est venu infirmer. Aussi nous nous attacherons seulement à détruire l'argument le plus sérieux qu'on puisse leur opposer, la contradiction apparente entre l'admission de créations successives et la croyance générale en l'universalité et l'invariabilité des lois naturelles. Les énergies organisatrices émanées de la force motrice unique se sont produites à l'origine de toutes choses aussi bien qu'à l'heure présente; mais nous avons vu que leurs manifestations ne peuvent apparaître

qu'en tenant compte de certaines conditions. Or, tant que ces conditions n'ont point été réalisées, tant que les forces physiques et chimiques n'ont point réalisé dans l'univers cette phase de son développement dans laquelle les forces vitales pouvaient avoir une intervention efficace, les corps bruts seuls ont apparu. La vie ne se montrait nulle part. Pourquoi, depuis qu'elle s'est manifestée pour la première fois, a-t-elle subi des éclipses? Pourquoi s'est-elle interrompue à plusieurs reprises? Les forces vitales auraient-elles subi un décroissement dans leur pouvoir? Si les conditions nécessaires ont fait défaut, le progrès se changerait donc en marche rétrograde; telle n'est point notre pensée. Le progrès n'a pas cessé d'être la loi de l'univers; mais s'il était possible de le représenter par une fiction géométrique, il ne devrait pas être figuré par une ligne droite, inflexible dans sa rigidité. Nous en ferions de préférence une de ces courbes sinueuses qui, comme la ligne droite, s'étendent à l'infini, mais offrent une allure qui semblerait capricieuse, si elle n'était rigoureusement indiquée par leur formule.

Parmi ces courbes, il en est qui possèdent ce qu'on appelle des points singuliers. Pour ces points, la valeur et les signes des ordonnées changent brusquement, la loi de la courbe semble n'avoir plus de raison d'être, et cependant ils n'en sont qu'une exacte application. L'anéantissement des êtres organisés, et leur réapparition correspondent pour nous à l'un de ces points singuliers que l'analyse mathématique nous fait connaître. Les phénomènes qui caractérisent les manifestations organiques et vitales ont été tout à coup interrompues parce que dans son évolution progressive l'univers s'est trouvé dans un de ces moments où l'efficace des puissances vitales ne se produisait plus. Dès que cette phase est arrivée à sa dernière limite, la vie est apparue de nouveau, sans qu'il soit besoin d'admettre que les forces auxquelles elle doit son origine aient cessé d'agir. Il est donc inutile de faire jouer à la puissance créatrice un rôle que notre raison répugne à admettre. Non, la cause première n'agit point comme si, mécontente de ses premiers essais, elle s'était capricieusement décidée à détruire ses ébauches pour imprimer à son œuvre nouvelle une plus grande

perfection. Les corps ne possèdent aucune réalité substantielle : ils n'ont qu'une réalité phénoménale, et cette conception fait évanouir l'une des principales difficultés soulevées contre leurs adversaires par les défenseurs de l'hétérogénie et de la transformation des espèces. Une expérience choisie entre beaucoup d'autres fera encore mieux que toutes les explications précédentes, comprendre les diverses circonstances des manifestations des forces vitales. Si l'on place entre deux prismes de Nicol, dont les sections principales sont parallèles, une plaque mince de substance cristallisée, une lame de gypse par exemple, le champ de vision paraîtra parfaitement éclairé, bien qu'il soit traversé par de la lumière polarisée : mais, en outre, la lame mince, transparente quand elle est vue au moyen de la lumière ordinaire, paraîtra revêtue d'une couleur prismatique très-brillante. Supposons que cette couleur soit le rouge moyen. Si alors on fait tourner le prisme supérieur d'un quart de circonférence, aucune lumière n'arrive jusqu'à l'œil : le champ paraît obscur, mais la plaque cristallisée ne se montre pas moins brillante : la couleur rouge a toutefois disparue, et se trouve remplacée par la couleur verte complémentaire. Ces deux couleurs sont d'espèce différente : elles correspondent chacune à un mouvement vibratoire spécial, et il n'est pas possible de produire l'une en décomposant l'autre. Il n'y a donc pas à prétendre que les rayons verts étaient déjà mélangés à d'autres diversement colorés pour produire l'apparence rouge aperçue dans la 1^{re} position des prismes, et que la 2^e position n'a eu d'autre résultat que d'éteindre tous les rayons à l'exception des verts. Dans cette deuxième position, tous les rayons incidents sont éteints, et la diversité de la couleur tient à la constitution moléculaire de la lame cristallisée, placée successivement dans deux conditions différentes. Entre les deux positions qui font apparaître le rouge et le vert, il en est une intermédiaire dans laquelle aucune couleur n'est visible. Cette absence de coloration ne dure qu'un instant inappréciable : elle correspond au moment précis, ou au système de vibrations qui engendraient le rouge, va succéder le système qui donne naissance au vert. Mais ce qu'il im-

porte de bien comprendre, c'est qu'il n'y a pas transformation d'une couleur dans une autre : elles se sont succédées sans qu'on puisse dire que la seconde est une modification de la première, et entre leur apparition successive, il s'est produit un temps d'arrêt, c'est-à-dire des circonstances telles qu'aucune couleur ne peut apparaître. Ce phénomène connu sous le nom de chromatisme des lames minces nous paraît sous une forme excessivement réduite l'image fidèle des faits qui, sous une immense échelle, se sont manifestés dans l'univers. De même qu'en poursuivant son mouvement de rotation continu, le 2^e prisme fait naître une série changeante de couleurs, mais interrompue à diverses reprises, de même en développant leurs énergies suivant une formule dont la cause infinie a seule le secret, les forces motrices vitales de l'univers font éclore à la suite de périodes de repos apparent tout un ensemble d'espèces distinctes, bien qu'unies entr'elles par une certaine conformité au type général qu'elles réalisent. La série vitale est de la sorte exprimée par une suite d'oscillations qui se propagent dans le temps et dans l'espace, et dont chacune reproduit jusqu'à un certain point la précédente, tout en s'en distinguant par l'adjonction de certains caractères qui lui donnent sa physionomie propre et spécifique, et la courbe sinueuse poursuit sa marche vers l'infini, en acquérant à chaque instant une qualité nouvelle, une perfection de plus.

Il est inutile de poursuivre plus loin ces développements : L'immensité du sujet, l'impossibilité d'en aborder toutes les faces sans laisser subsister aucune lacune, nous voudront sans doute l'indulgence de nos lecteurs. Que chacun s'interroge dans la profondeur de sa pensée ; qu'il appelle à son secours les lumières de la science, et peut-être arrivera-t-il aux mêmes conclusions que les nôtres, conclusions qui nous paraissent seules concilier les exigences impérieuses de l'observation rigoureuse et les plus pures comme les plus élevées aspirations de la raison.