
DE LA SCIENCE ⁽¹⁾

I.

De très bonne heure, l'humanité dut compter des esprits plus attentifs que leurs congénères à l'observation des phénomènes courants; ce furent les premiers savants. Ils ont allumé les premiers feux et enseigné à fabriquer les instruments des âges préhistoriques. Un certain sentiment de curiosité désintéressée se mêlait-il aux buts pratiques qu'ils voulaient atteindre? On pourrait discuter là-dessus comme le font certains archéologues sur l'art des populations des cavernes, où l'on trouve des artistes capables de dessiner et de peindre d'un trait si sûr les mouvements des animaux familiers. S'il est vrai que, dans ces temps reculés, l'art a toujours été surajouté à l'utile, il en a sans doute été de même de l'effort qui avait seulement pour but de satisfaire un vague sentiment de curiosité. Mais ce que nous pouvons présumer de la science préhistorique se réduira toujours à peu de chose, et c'est avec les anciennes civilisations de la Chaldée et de l'Égypte que commence l'histoire de la Science. La géométrie semble y avoir eu un caractère expérimental. On enseignait à Babylone que le côté de l'hexagone régulier est égal au rayon; c'était là sans doute un fait d'observation. Il a été l'origine de l'importance qu'à prise le nombre soixante correspondant à la sixième partie de la circonférence partagée en 360° , ce der-

(1) *Revue du mois*, 10 février 1908.

nier nombre répondant à la durée de l'année évaluée grossièrement à 360 jours.

La géométrie cultivée sur les bords du Nil n'était peut-être pas moins expérimentale. Les arpenteurs de Thèbes savaient qu'un triangle dont les côtés sont proportionnels à trois, quatre et cinq est rectangle, et c'est en utilisant cette propriété qu'ils élevaient des perpendiculaires. Ainsi la géométrie égyptienne apparaît aux historiens de la Science comme un ensemble de règles pratiques, dont l'origine est d'ailleurs parfois difficile à deviner, comme il arrive pour le carré des seize neuvièmes qui représentait, d'après un papyrus de la dix-huitième dynastie, le rapport de la circonférence au diamètre. Ne méprisons pas cette Mathématique que l'on a appelée préscientifique, sous prétexte qu'elle n'avait qu'un but utilitaire. D'abord, il ne me paraît guère possible qu'elle n'ait eu ses parties théoriques, quoi qu'on ne puisse fournir à ce sujet aucun témoignage précis, et ensuite les faits mathématiques et astronomiques, dont la connaissance est due aux Égyptiens et aux Chaldéens, ont été le point de départ indispensable pour les spéculations ultérieures.

Si l'on veut trouver une science plus spéculative et des vues générales sur l'Univers, il faut les chercher dans les sanctuaires où s'élaboraient des cosmogonies qui furent, dans leurs temps, de véritables théories scientifiques. L'action des dieux et des esprits y remplace sans doute les forces naturelles, mais il serait injuste de ne pas reconnaître l'effort de coordination et de sélection dont elles témoignent. A la place des esprits innombrables qui pour l'homme préhistorique, comme pour le sauvage moderne, peuplaient le monde, un nombre relativement restreint de principes divins est intervenu. Et ce travail de simplification a un caractère scientifique. Ces cosmogonies qui, une fois invariablement fixées, devaient être ensuite, au moins dans certaines religions, un embarras pour le développement

ultérieur de la pensée scientifique ont constitué à leurs débuts un réel progrès.

On fait généralement honneur aux Grecs d'avoir créé la science rationnelle et désintéressée : c'est le miracle grec dont aimait à parler Ernest Renan. Nous croyons moins aujourd'hui à ces discontinuités. Qu'il s'agisse d'art ou de science, l'étude des temps plus récents nous a habitués à l'idée d'une lente évolution, et il en a été sans doute en Grèce pour la science comme pour l'art. Quant les physiiciens d'Ionie spéculaient sur les principes des choses, ils continuaient le travail de simplification et de réduction dont les religions orientales et surtout la religion égyptienne nous donnent des exemples. Car il ne faut pas oublier qu'il y avait dans ces vieilles cosmogonies des forces auxquelles les dieux mêmes étaient soumis, et nous pouvons nous représenter Thalès de Milet et surtout Anaximandre et Anaximène comme achevant une laïcisation commencée bien des siècles auparavant.

Elles n'en marquent pas moins une date dans l'histoire de l'esprit humain, ces spéculations à la fois ambitieuses et naïves, où tout est ramené à une substance unique, et où le mouvement apparaît comme un facteur essentiel; la science grecque à ses débuts eut toutes les audaces. Avec un peu d'effort, on a pu retrouver chez les premiers penseurs de la Grèce des pressentiments de quelques principes généraux de la science moderne, mais il convient de ne pas exagérer de tels rapprochements qui sont superficiels. Le point capital à noter est que la science rationnelle, dès ses premiers pas, cherche une explication de tous les phénomènes naturels en partant d'un petit nombre de principes. Si prématurée que fût une telle tentative, un but apparaissait dont la vision devait exercer, indirectement au moins, une grande influence sur le développement de la science positive.

Le merveilleux essor pris chez les Grecs par les sciences

mathématiques eut une importance plus grande encore. Au nom de Pythagore se rattache l'explication de toutes choses par les nombres, et une formule célèbre de l'école pythagoricienne, qui était toute une métaphysique, était que « les choses sont nombres » Avec Pythagore et ses successeurs, la Géométrie se constitue définitivement comme une science rationnelle, partant d'un certain nombre de concepts, de définitions et d'axiomes, et se développant d'une manière logique. Ses progrès incessants pendant plusieurs siècles en firent le type idéal de la science, où tout est d'une intelligibilité parfaite, ce qui faisait écrire à Platon, sur la porte de son école : « Que personne n'entre ici, s'il n'est géomètre. » Pour les Grecs, la réalité sensible n'est qu'une réalité incomplète; ils croient à une réalité intelligible, plus réelle encore et qui ne change pas; tel est, en particulier, le monde des formes géométriques. Il importe toutefois de remarquer que cette science idéale de la géométrie, étudiant des objets rationnellement construits, ne perd pas contact avec l'intuition spatiale d'où elle tire toutes ses conceptions. Il paraissait donc naturel que l'instrument mathématique pût être utilisé pour une connaissance générale de l'Univers, le réel étant en quelque sorte le monde sensible vu à travers les concepts de l'arithmétique et de la géométrie. Il suffit de rappeler ici les spéculations pythagoriciennes et platoniciennes sur la musique et les phénomènes célestes, suivies plus tard des systèmes astronomiques d'Hipparque et de Ptolémée. Ainsi, sous l'influence d'un esprit épris de clarté et simplifiant tout pour tout comprendre, la science positive tendait à prendre la forme mathématique. Cette tendance n'a fait que s'accroître avec le temps, et nous aurons à dire dans quelle mesure elle nous apparaît aujourd'hui comme légitime.

Dans la philosophie et la science hellènes, simplicité, intelligibilité et vérité se montrent indissolublement liées.

Il faut y joindre la beauté, le plus bel arrangement des choses étant aussi d'après les Pythagoriciens le plus vrai. La physique et la cosmologie des Grecs furent œuvre non seulement de savants, mais aussi d'artistes et de poètes. Leur science à bien des égards est donc très loin de la nôtre; nous aurons toutefois l'occasion de rencontrer plus d'un point de contact avec l'esprit grec dans le maniement de nos théories et de nos hypothèses.

Dans ces vues rapides, nous n'avons pas voulu faire une esquisse de l'histoire de la science antique. C'est ainsi que nous n'avons pas parlé de la science expérimentale. Si les Grecs ont peu expérimenté, il y eut parmi eux d'excellents observateurs, comme en témoignent assez l'œuvre immense d'Aristote en Zoologie et antérieurement les fines observations d'Hippocrate. Mais il n'en reste pas moins vrai que les mathématiques ont été pour le génie hellène la science par excellence; c'est dans ce domaine que la Grèce fit surtout œuvre scientifique durable. Depuis le temps de Pythagore, ses écoles géométriques sont restées célèbres, ne se bornant pas à l'étude des propriétés des figures, mais cultivant aussi une algèbre géométrique dans laquelle on raisonnait non sur les nombres, mais sur les grandeurs. En même temps se développait une arithmétique géométrique, et une des phases les plus intéressantes de son développement fut le conflit qui, chez les Pythagoriciens, s'éleva à ce sujet entre le nombre et la grandeur, à propos des incommensurables. Plus tard, les procédés d'exhaustion que l'on trouve dans Eudoxe et dans Euclide appartiennent déjà au calcul intégral, et le plus grand géomètre de l'antiquité, Archimède, doit compter parmi les fondateurs du calcul infinitésimal. La Science positive paraît, vers cette époque, se désintéresser peu à peu des théories philosophiques. Rien nous fait reconnaître, sur ce sujet, les opinions d'Archimède, mais ses profondes études sur la mécanique nous le montrent préoccupé des applications pratiques qu'avait

longtemps dédaignées un amour ardent pour les spéculations métaphysiques. Avec Ératosthène et Hipparque, les applications de la Géométrie à l'Astronomie prirent le plus brillant essor; déjà auparavant, dès le milieu du III^e siècle avant notre ère, Aristarque de Samos avait édifié sur le système du monde l'hypothèse abandonnée après lui de la rotation de la terre autour du soleil, que Copernic devait reprendre seulement dix-huit siècles plus tard.

II.

Cette excursion à travers l'antiquité depuis les plus anciens âges, a mis en évidence les tendances pratiques et théoriques qui de bonne heure se sont développées relativement à l'objet même de la Science. Si nous voulions continuer cette revue nous les retrouverions jusqu'à nos jours; et, pour ne prendre qu'un exemple, de même que Pythagore disait que les choses sont nombres, Descartes affirme que l'étendue est l'essence des choses matérielles.

Aujourd'hui encore, ces divers points de vue théoriques et pratiques concourent à former l'opinion que l'homme, une fois acquis un certain degré de culture, se fait de la Science. Comme le dit Montaigne « c'est un grand ornement que la Science », et il ajoute aussitôt « c'est un outil de merveilleux service », c'est-à-dire que le beau et l'utile s'y rejoignent et sont inséparables. Il y faut joindre encore notre naturelle curiosité et le désir de connaître le vrai. Mais ces divers éléments peuvent se juxtaposer à des degrés variables, et il s'en faut que les mêmes mots soient entendus par tous de la même façon. Ainsi, nous l'avons déjà dit, les idées du beau et du simple ont pu partiellement au moins recouvrir l'idée du vrai pour quelques penseurs de la Grèce. Nous devons donc nous attendre à rencontrer chez les savants et chez les esprits philosophiques

des opinions très diverses sur l'objet de la Science et sur sa valeur : de plus, dans les différentes sciences particulières, la variété des problèmes et des méthodes concourt encore à accroître cette diversité. Sans nous astreindre à des classifications, toujours insuffisantes dans leur rigidité, nous allons jeter un coup d'œil sur les principales tendances qui se manifestent à notre époque quant au but et à la valeur de la Science.

On doit tout d'abord reconnaître que l'importance prise par la Science dans nos sociétés modernes provient avant tout des services incomparables qu'elle rend à l'humanité. Le plus grand nombre considère, suivant le mot de Bacon, que la science et la puissance humaines se correspondent et vont au même but. Il admire surtout dans la science le merveilleux spectacle des applications si variées qui ont tant modifié les conditions d'existence des peuples civilisés : c'est un genre de valeur aisément appréciable. Il y a même un danger dans ces constatations trop faciles, car on n'a qu'une vue très incomplète, si l'on ne se rend compte des rapports qui existent entre ces brillantes manifestations de l'activité humaine et la science théorique et désintéressée. Les idées théoriques ont été souvent le germe fécond d'où sont sortis d'importants progrès dans l'industrie, dans l'agriculture, dans la médecine. Les rêveurs scientifiques, qui semblent perdus dans leurs spéculations, sont à leur manière des hommes pratiques : l'application vient quelquefois par surcroît. La source tarirait promptement, si un esprit exclusivement utilitaire venait à dominer dans nos sociétés trop préoccupées de jouissances immédiates. L'histoire des sciences montre combien cette dépendance a toujours été intime entre la science pure et les applications. Ces influences réciproques ont agi dans l'un et l'autre sens, la pratique conduisant ici à la spéculation, tandis que des vues théoriques ont été ailleurs l'origine de recherches pratiques. Il suffit de rappeler quelques exemples.

Dans son immortel ouvrage sur la puissance motrice du feu, Sadi Carnot en se proposant d'expliquer et d'étendre les services que peuvent rendre les machines à feu a créé la Thermodynamique, d'où est née l'Énergétique moderne. De même les recherches de Sainte-Claire Deville sur le platine ont été l'origine de ses recherches sur la dissociation, d'où devait sortir la Mécanique chimique. D'autre part, Newton, en écrivant le livre des *Principes de la philosophie naturelle*, ne pensait guère aux navigateurs qui devaient plus tard utiliser quelque *Connaissance des Temps* construite d'après les lois de la gravitation universelle. De même, Ampère et Faraday en étudiant les actions des courants sur les courants et les phénomènes d'induction préparaient à leur insu la voie à la construction des puissantes machines électromagnétiques, dont l'emploi a révolutionné tant d'industries.

Quelle que puisse être dans chaque cas l'origine des progrès matériels réalisés par la Science, celle-ci apparaît de plus en plus comme une puissance formidable qui ne recule jamais et dont les conquêtes sont définitives. Il semble que tout lui soit possible et l'on doit reconnaître que les progrès accomplis depuis un siècle autorisent des espérances pour ainsi dire illimitées. Toutefois, ce tableau magnifique ne va pas sans quelques ombres; on a pu faire le procès de quelques utilités créées par la Science, en lui reprochant d'augmenter nos désirs au détriment de notre bonheur et de notre tranquillité. Sur un terrain aussi subjectif, toute discussion est impossible. Quelque part de vérité que renferment ces vues pessimistes, personne ne nie le soulagement que de bien des côtés les progrès des sciences ont apporté à l'humaine misère, et qu'ils apporteront certainement dans l'avenir en apprenant à mieux utiliser les énergies naturelles et à en découvrir de nouvelles. On peut espérer qu'ils contribueront pour une large part à la solution des problèmes sociaux qui sont une des grandes préoccupations

de notre temps. De ce point de vue optimiste, la Science apparaît bonne en même temps qu'utile : c'est une pensée fortifiante pour ceux qui lui consacrent leur vie.

Nous venons d'envisager la science, en quelque sorte du dehors, en considérant ses applications. C'est là, ai-je dit, le point de vue du plus grand nombre, et, à la découverte d'un phénomène ou d'un corps nouveau, il nous est arrivé à tous d'entendre demander à quoi cela pouvait servir. Cependant il faut reconnaître que la diffusion des méthodes scientifiques modifie peu à peu la mentalité de ceux qui se piquent le moins de curiosité philosophique. L'idée profonde de loi naturelle s'implante peu à peu dans les esprits de ceux qui n'y voient d'abord qu'une possibilité d'accroître notre puissance sur les choses et, comme on l'a dit, de commander à la nature en obéissant à ses lois. D'ailleurs le nombre augmente de ceux pour lesquels tout point de vue utilitaire est dépassé, et que quelque partie au moins de la science intéresse en elle-même. L'astronomie est à cet égard une des sciences les plus captivantes. L'attrait est grand de contempler quelques instants l'Univers du point de vue de Sirius, ou de se transporter plus loin encore dans ces mondes stellaires en formation que l'on appelle des nébuleuses irrésolubles, et l'on est presque assuré de retenir l'attention des moins curieux en parlant devant un ciel étoilé des distances immenses qui nous séparent des étoiles les plus voisines.

III.

Il est temps de rechercher maintenant ce que pensent de la Science ceux qui la cultivent et ont réfléchi à ses principes. La philosophie positive d'Auguste Comte a exercé une grande influence dans la seconde moitié du siècle dernier; nous en envisageons seulement le côté strictement scientifique sans en discuter l'originalité.

Les vérités scientifiques sont des vérités de l'ordre expérimental; nous constatons des faits par l'observation et l'expérience et, en rattachant de proche en proche les faits les uns aux autres par des relations immédiates, nous arrivons à des notions d'un ordre plus général, qui fournissent l'explication commune d'un nombre immense de faits particuliers. A travers les circonstances indéfiniment variables de ceux-ci, nous apercevons ainsi des rapports constants, ce qui nous conduit à des lois. Telles sont, pour prendre un exemple, les lois sur la pression des gaz et sur les tensions des vapeurs qui rendent compte d'un grand nombre d'expériences particulières. Aucune difficulté ne se présente d'ailleurs pour Comte quant à la notion même du réel; comme il le dit, le mot *positif* désigne le *réel* par opposition au *chimérique*. La doctrine comtienne, qui ne s'embarasse d'aucune analyse délicate, paraît assurément simple, mais est singulièrement superficielle. Comte, qui se préoccupait surtout de sociologie, n'était pas un savant; il parle, pour ainsi dire, d'une science achevée, comme en témoignent au reste ses prévisions malheureuses sur les bornes imposées à diverses recherches scientifiques, et sa vision statique d'une science, qu'il souhaite voir promptement définitive, est pour nous inadmissible. Taine dit quelque part de Stuart Mill qu'il s'est coupé les ailes pour fortifier les jambes; beaucoup de savants préfèrent garder quelques ailes, et pensent que le chimérique joue son rôle dans l'édification de la Science. Le positivisme trop simpliste de Comte a besoin d'être élargi par une analyse plus complète. Malgré son étroitesse, il a représenté assez exactement, pendant la seconde moitié du siècle dernier, l'opinion de la majorité des savants, particulièrement de ceux qui, surtout expérimentateurs, se méfiaient des théories. Une lettre célèbre de Berthelot à Renan résume bien la doctrine, mais avec plus de largeur, car Berthelot juge nécessaire d'adjoindre à la science positive une science

icéale dont les frontières avec la première sont d'ailleurs assez vaguement tracées, et il n'en pouvait être autrement, la science positive présentant, comme nous allons le voir, dans sa genèse, un certain degré d'arbitraire.

Il est impossible d'approfondir davantage les questions qui se posent relativement à l'objet de la Science, sans faire une analyse sommaire de l'acquisition de nos connaissances. Les seules choses dont nous ayons une connaissance certaine sont les phénomènes de conscience, variables d'ailleurs d'un moment à l'autre. Ils peuvent se partager en deux groupes que nous rapportons au monde extérieur et au monde intérieur. Le monde extérieur est ce qui parvient à notre conscience à travers les sens, et que notre volonté seule ne suffit pas à faire naître. Les faits de conscience se produisant sans l'intermédiaire immédiat des organes des sens sont rapportés au monde intérieur; tels la pensée et le souvenir. Nous avons ainsi la notion vague d'un réel intérieur et d'un réel extérieur. Nous nous bornerons ici à cette dernière notion; mais il importe de la préciser, car il faut tenir compte des illusions des sens. La notion du réel est pour l'homme une notion lentement acquise par une suite innombrable d'expériences, où la volonté a joué un rôle, et auxquelles ont pu concourir divers organes. C'est par ces expériences répétées que sont peu à peu éliminées les illusions des sens. De plus, dans ces expériences, la constatation de certains rapports invariables entre une première sensation et celles que nous pouvons faire naître à sa suite achève de nous donner la notion du réel. On ne peut d'ailleurs se borner au réel individuel. Le réel a aussi une signification sociale, comme on dit aujourd'hui, en ce qu'il exige un consensus universel dans une humanité moyenne; il peut être différent pour les fous et les hommes d'esprit sain.

Cette analyse suffit à montrer que notre notion du réel est susceptible de corrections et d'accroissements progressifs.

Elle dépend à la fois d'expériences d'une précision croissante et de constatations successives de certaines invariances; c'est un point qu'il ne faudra pas oublier. Malgré cette mobilité, la suite d'observations ou d'expériences ayant entre elles un lien, par exemple la succession des jours et des nuits, nous familiarise de bonne heure avec l'attente de sensations consécutives bien définies, et de l'attente à la prédiction, il n'y a pas loin. La connaissance du réel apparaît donc avec une incontestable valeur d'utilité, et, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, l'utile et le vrai sont dans cette question extrêmement voisins. Comme l'a remarqué Helmholtz « nous disons que nos représentations du monde extérieur sont *vraies*, quand elles nous donnent une indication suffisante des conséquences de nos actes par rapport à ce monde extérieur, et qu'elles nous permettent de tirer des conclusions exactes sur les modifications que nous devons en attendre ».

Les observations et les expériences dont il a été question jusqu'ici sont les expériences et observations vulgaires. Si l'on en reste là, on se trouve seulement en présence d'un simple monceau de faits présentant quelques connexions, et cette connaissance brute du réel n'est pas suffisante pour fonder la science. Mais, dans nos expériences sur une certaine portion du réel extérieur, nous parvenons à distinguer certaines propriétés qui sont indépendantes de nous, et d'autres qui en dépendent. Ce sont les éléments objectifs et les éléments subjectifs. Parmi les éléments objectifs, il en est de constants qui nous donnent l'idée de la *chose* elle même; d'autres peuvent être variables, comme la position ou le mouvement de cette chose. Quant aux éléments subjectifs, des exemples en sont fournis par la distance où nous nous trouvons d'une chose déterminée et l'angle sous lequel nous la voyons. Les distinctions dans lesquelles nous abstrayons certains éléments, pour n'en retenir que quelques-uns, forment une des opérations les

plus essentielles que nous puissions faire sur nos expériences et ces abstractions nous conduisent aux concepts. Ainsi nous formons le concept d'homme ou de matière. Ce qui précède montre assez qu'il ne faut pas attribuer à nos concepts un caractère de fixité absolue. Ils sont susceptibles d'être modifiés, soit par suite de la constatation de faits nouveaux, soit par un départ plus exact entre les éléments objectifs et les éléments subjectifs. Ajoutons que la formation des concepts présente quelque degré d'arbitraire, conséquence nécessaire d'une certaine indétermination dans le choix des éléments conservés. Nous arrivons maintenant à un point très important : les concepts jouent un rôle essentiel dans la genèse de la Science, et la connaissance scientifique tend à s'effectuer au moyen de concepts. Ce que nous avons dit de l'arbitraire se présentant dans la formation de ceux-ci, montre le rôle que joue, dans l'édification de la Science, l'esprit travaillant sur les données de l'expérience.

IV.

Ces représentations mentales des faits servent de base à nos raisonnements, et nous utilisons nos concepts dans des déductions qui conduisent à des prévisions; c'est en cela que réside essentiellement leur utilité. Nous ne voulons pas nous immiscer ici dans la lutte entre le psychologisme et la logique. On peut traiter de la genèse de la Science en regardant les rapports logiques comme des données. A ce point de vue, la logique est un instrument, impuissant à créer, mais admirable pour la transformation et apte à mettre en évidence des conséquences inattendues qui pourront conduire parfois indirectement à la formation de concepts plus étendus et à des hypothèses plus générales. C'est d'ailleurs un outil délicat, opérant sur une réalité déjà déformée et simplifiée, et il reste toujours nécessaire de

comparer les conséquences de nos déductions avec les résultats de l'observation et de l'expérience.

Nous avons plusieurs fois parlé de rapports invariables et de successions dans un ordre déterminé; on affirme par exemple qu'un certain élément se trouve toujours dans une chose, si un autre élément s'y rencontre, qu'il s'agisse de relations dans le temps ou dans l'espace. Des flots d'encre ont coulé sur le principe de causalité, mais quelle que soit la doctrine, associationniste, évolutive, intuitive, tous les efforts pour prouver la validité du principe devaient échouer. Il faut se borner à dire que l'expérience nous a rendu familières certaines liaisons et qu'elle nous a conduits à la croyance qu'il y a des lois dans la nature: « avant de faire la science, disait Claude Bernard, il faut croire à la science ». Ajoutons qu'on a commencé à croire à la science quand on s'est rendu compte de son utilité; de plus, nous sommes encore poussés à cette croyance par un sentiment esthétique, celui de l'ordre et de l'harmonie qui se trouve nécessairement dans la notion de loi. Nous retrouvons là des idées qui se sont déjà présentées à nous sur le concours du vrai, de l'utile et du beau.

Un système de concepts, associé à des lois ou faits particuliers et transformé par des déductions convenables, de façon à faire rentrer moyennant certaines hypothèses ces lois ou faits dans des cadres plus généraux constitue une théorie scientifique. La part d'arbitraire, signalée dans la formation des concepts, est *a fortiori* plus grande encore dans la formation des théories; elle réside principalement dans les hypothèses conduisant aux généralisations qui sont le point essentiel de la théorie. Dans les diverses sciences, le développement des théories prend des formes différentes, et même leur rôle n'est pas entendu de la même façon par tous les savants; nous en dirons un mot tout à l'heure.

D'une manière générale, on exige d'une théorie qu'elle soit simple. Il y a là une notion aussi féconde que vague;

ce principe de simplicité, malgré son caractère hypothétique, tend à produire en nous un sentiment de certitude. Devant une loi simple, nous croyons moins à la possibilité d'une erreur; on peut présumer que la loi de la gravitation universelle n'aurait pas eu grand avenir, si au lieu de l'exposant *d. ux*, il eût fallu, comme on l'a proposé pour expliquer certaines particularités du mouvement de la planète Mercure, lui substituer le nombre *deux*, augmenté de 16 unités du huitième ordre. Sans doute, comme le disait un jour Fresnel à Laplace, la nature se joue de nos difficultés analytiques, et les physiciens connaissent les relations compliquées que l'on doit substituer à la loi simple de Mariotte; mais beaucoup ne sont satisfaits que quand ils peuvent rattacher des relations complexes à quelque idée théorique simplement formulée. Quand il en est autrement, les lois sont traitées d'empiriques, ce qui peut d'abord paraître singulier, car toutes les lois proviennent directement ou indirectement de l'expérience, et ce qui ne va pas sans un peu de mépris. Quoi qu'il en soit, l'esprit se laisse guider par le principe de simplicité; on a ainsi une première approximation dans la genèse de la Science.

Toute théorie mettant en présence des concepts, des faits expérimentaux, des hypothèses, des raisonnements, forme un amalgame dont les parties se laissent difficilement disjoindre. Aussi, en général, aucune expérience ne permet-elle d'établir la vérité d'un élément de cet ensemble présentant un caractère hypothétique. Il arrive donc que plusieurs théories puissent se développer simultanément et rendre compte d'un même groupe de phénomènes. On peut toujours faire concorder une théorie avec l'expérience en modifiant certains concepts et en introduisant des hypothèses supplémentaires. Mais ici intervient utilement l'idée de simplicité, en nous faisant rejeter une théorie trop compliquée. C'est sans doute parce que, une telle théorie étant trop difficile à manier, nous la jugeons peu utile;

peut-être aussi parce qu'elle ne nous paraît pas belle dans sa complication.

Quand nous observons un phénomène, il nous arrive de dire que nous comprenons ou que nous ne comprenons pas. Que signifie cette assertion? Nous comprenons un phénomène quand, avec nos connaissances acquises, nous aurions pu le prévoir. Notre explication consiste à développer cette possibilité de prévision. On peut d'ailleurs être plus ou moins exigeant quant à la nature des lois ou théories à invoquer dans une explication; ces exigences varient d'une science à l'autre, et elles ne sont pas les mêmes pour un physicien et un biologiste. Nous remontons aussi plus ou moins haut dans nos explications. Ainsi la Mécanique céleste prend pour point de départ l'attraction newtonienne, mais on peut vouloir expliquer cette attraction, sans succès d'ailleurs jusqu'ici, soit en considérant les impulsions communiquées au corps par un milieu très subtil, soit en se basant sur certaine différence entre les électricités de signes contraires. Quoi qu'il en soit, l'intelligible tout court n'a pas pour nous, comme pour les Grecs, un sens bien précis. Il y a toujours une première donnée dont il faut partir dans nos explications.

Les généralités précédentes ont mis en évidence la part importante de notre esprit dans la genèse de la Science, et il est exact que nous créons notre science, ne spéculant sur les réalités extérieures qu'à travers l'ensemble des concepts et des théories. Mais celui-ci ne forme pas une armature rigide, comme les formes et les catégories de certain idéalisme. Une partie importante du progrès des sciences consiste dans une connaissance plus complète des éléments objectifs, ce qu'on exprime en disant que la Science tend à devenir de plus en plus objective, et cette connaissance influe nécessairement sur la formation des concepts et de leurs groupements. Il n'en faut pas moins reconnaître que l'objectivité complète de la science est une

chimère; créée par nous et avec nos organes, notre science est à notre mesure, et sera toujours en quelque manière dépendante de nos rapports avec le monde extérieur. Aussi y a-t-il une forte part d'illusion chez ceux qui regardent la science comme devant faire connaître les *énigmes* de l'Univers. Le nombre paraît en diminuer chez les savants; peut-être augmente-t-il chez ceux pour qui la Science n'est qu'un sujet de dissertations, et qui cherchent surtout à opposer une idole à d'autres idoles.

V.

En faisant un examen sommaire de quelques sciences particulières, nous trouverons l'application de nos remarques générales, et nous pourrons les compléter sur quelques points. Nous avons vu qu'en Grèce, la science rationnelle apparut avec la Géométrie, et, depuis la Renaissance jusqu'à nos jours, les sciences de la nature ont tendu à prendre une forme mathématique. C'est qu'en effet les concepts de l'Arithmétique et de la Géométrie, si complexes qu'ils puissent paraître à la critique moderne, sont cependant par comparaison avec d'autres d'une extrême simplicité; ils nous donnent le sentiment d'une clarté et d'une intelligibilité supérieures.

A ses débuts, la Géométrie nous apparaît comme une science physique, les sensations variées provoquées en nous par le monde extérieur ayant conduit à la notion d'un espace sensible, et celui-ci nous a amenés à élaborer les concepts géométriques; tels sont les concepts de points, droites, plans, angles, etc. Un certain degré d'arbitraire doit dès lors subsister dans la structure de la Géométrie, et l'on peut en donner comme exemple la formation du concept de mesure. On a donc pu former différentes géométries, et tout le monde a entendu parler de la Géométrie ordinaire ou euclidienne et des géométries non euclidiennes, qui

n'admettent pas, comme la première, le postulat d'Euclide relatif aux parallèles. En réalité, le nombre des géométries logiquement possibles est infini. Il a été proposé d'appeler géométrie pure la science de toutes les espèces possibles d'espaces, cette géométrie pure n'étant qu'un système logique, tandis que notre géométrie usuelle serait la géométrie réelle ou appliquée. Ces dénominations et particulièrement la dénomination de réelle, pourraient soulever bien des controverses, quoiqu'elles expriment au fond une idée juste. Ainsi on s'est demandé si la géométrie euclidienne était vraie par opposition aux géométries non euclidiennes; pour quelques-uns la question n'a pas de sens et l'on doit dire seulement que la géométrie euclidienne, est la plus commode. Pour ma part, je comprends mal le mot *commode*; si l'on se reporte à ce que nous disions plus haut avec Helmholtz de la vérité, on doit regarder que le plus commode est en même temps le vrai. La théorie euclidienne rendant compte, dans leur ensemble, avec le plus de commodité des faits géométriques observés nous apparaît comme la plus vraie. La géométrie usuelle est la plus simple des théories physiques.

L'histoire de la Mécanique nous offre un autre exemple digne d'attention. La Mécanique emprunte à la Géométrie l'idée d'espace, de cet espace abstrait sur lequel raisonnent les géomètres. Il répugne à beaucoup de l'appeler l'*espace absolu*. J'avoue ne pas partager cette répugnance, et le mot ne me paraît pas dangereux. Il n'y a pas lieu, me semble-t-il de repousser cette notion d'un espace absolu qui a rendu de grands services à la science, est sans laquelle la mécanique ne se serait pas fondée ou aurait pris un autre tour, L'ignorance ou l'oubli momentané de certains mouvements, comme le mouvement propre des étoiles dites *fixes* et la rotation de la terre a été féconde dans la genèse de la Science moderne. C'est ainsi qu'on a été conduit peu à peu à formuler des principes, dont on ne vit pas heureuse-

ment d'abord toutes les difficultés d'application. Le savant admet l'existence du monde extérieur, il peut bien accepter l'idée d'un espace absolu, lieu des phénomènes de ce monde extérieur.

La notion de temps est essentielle aussi pour la mécanique; elle exprime l'idée de l'enchaînement des choses et le temps abstrait se présente dans les sciences comme une variable indépendante à laquelle nous rapportons les phénomènes. Il faut chercher sans doute dans des faits physiologiques rapprochés d'expériences et observations convenables l'origine de sensations de durées égales, et par suite les raisons pour lesquelles nous avons pu, par approximations successives, arriver à une graduation du temps. La durée de la rotation de la Terre autour de son axe, répondant suffisamment aux sensations ainsi acquises, a été prise pour unité de temps, et le choix de cette unité a été capital.

Dans le développement de la mécanique, comme de toute science, des circonstances accidentelles ont joué un rôle important et il faut noter à cet égard le caractère des expériences fondamentales de Galilée et de Newton sur la chute des corps. Quoique l'on connût le mouvement de la Terre, on faisait abstraction de ce mouvement dans l'interprétation des expériences. Il y a là une de ces approximations fréquentes dans l'histoire de la science, où fort heureusement la petitesse des perturbations laisse un caractère simple à un phénomène complexe, ce dont on ne se rend compte d'ailleurs qu'après coup. Le développement de la mécanique aurait été tout autre si la terre avait tourné beaucoup plus rapidement autour de son axe, les expériences sur le plan incliné se présentant alors avec une complication qui eût permis difficilement de formuler des principes simples.

Le développement des sciences semble présenter aussi des cercles vicieux. Ceux-ci, tels seulement pour un esprit d'une logique trop absolue, ne sont que la conséquence du

progrès dans les approximations successives qui forment la science, utilisant d'abord la connaissance vulgaire pour s'élever à la connaissance scientifique, puis passant d'un premier concept à un concept plus étendu, parfois en contradiction partielle avec le premier. Il est facile de citer des exemples de telles circonstances. Ainsi Newton ayant, par une extension hardie, tiré des lois de Képler les lois de la gravitation universelle, une conséquence de ces dernière lois fut de montrer que la troisième loi de Képler ne pouvait être exacte. C'est que le Soleil avait été supposé d'abord immobile et que l'on considéra ensuite le Soleil comme lui-même en mouvement par rapport aux étoiles fixes (qui elles-mêmes d'ailleurs sont mobiles). Mais les masses de toutes les planètes sont très petites par rapport à la masse du Soleil et les lois de Képler sont très rapprochées; c'est grâce à cette circonstance favorable de très petits rapports de masses qu'il a été possible d'arriver aux lois de la gravitation universelle.

VI.

La Mécanique classique a conduit à des types de relations différentielles, en postulant, plus ou moins explicitement, un principe de non hérédité, d'après lequel les changements infiniment petits survenant dans un système dépendent uniquement de l'état actuel de celui-ci, et en supposant en outre que ces systèmes sont conservatifs, les lois physiques faisant connaître bien entendu pour chaque catégorie de phénomènes certaines fonctions qui se présentent dans ces relations. Ainsi s'est constituée une sorte de moule où l'on a cherché à enfermer la représentation analytique des phénomènes dans les diverses parties de la Physique. Il a fallu ensuite élargir certains des concepts introduits, en particulier donner au concept de force une plus grande généralité. Ces retouches successives ne seront jamais terminées.

Le nombre des éléments à introduire augmente ainsi sans cesse, à mesure que l'on veut serrer de plus près le réel; le microscope ne nous suffit plus, il nous faut l'ultramicroscope. Il a fallu aussi faire intervenir des milieux ou sortes de substances, comme l'éther ou les électricités, pour constituer les théories optiques ou électrique. Nos théories sont donc susceptibles de s'élargir en envisageant des éléments cachés à côté des éléments visibles, ces éléments cachés ne nous étant connus qu'indirectement et étant soustraits, au moins d'une manière directe, à notre action.

Les chimistes spéculent depuis longtemps sur de tels éléments cachés comme sont les molécules et les atomes, dont la considération est pour eux si féconde. L'introduction des éléments cachés reste une porte ouverte pour les mécanistes qui veulent garder les moules de la Mécanique classique. Avec un système isolé, à éléments tous visibles, la forme des équations nous apprend que le système sera réversible, c'est-à-dire que le mouvement pourra être renversé, en changeant seulement le sens des vitesses; on pourra faire remonter au système le cours du temps. En réalité, il n'en est rien, et dans aucun phénomène nous ne disposons à un moment donné des valeurs de tous les éléments entrant en jeu et de leurs dérivées premières, ce qui peut constituer une explication, sinon de l'irréversibilité, au moins de sa possibilité. Héraclite avait raison de dire qu'aucun homme ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve : le monde ne peut faire machine en arrière.

Ces remarques montrent les difficultés et l'arbitraire que peuvent présenter les explications mécaniques; mais, malgré ces difficultés, le désir impérieux de chercher de telles explications a été, pour le développement de la Science, un stimulant d'une grande fécondité. Les images, ou quelquefois les modèles, qui prennent ainsi naissances sont pour beaucoup d'esprits un aide puissant dans la recherche, en même temps qu'elles rendent souvent accessibles cer-

tains résultats à ceux qui veulent les utiliser pratiquement. Mais à côté du mécanisme s'est développée une école énergétique, dont quelques représentants au moins envisagent autrement l'objet d'une théorie physique. Ils rompent avec l'ordre historique, et il n'est plus question avec eux de cette longue série d'approximations et de retouches successives. Ils posent tout d'abord quelques principes, comme celui de la conservation de l'énergie et le principe de Carnot sous les formes les plus générales, et ne voient dans les phénomènes que des transformations d'énergie. L'importance du point de vue énergétique est immense et personne ne songe à la nier, mais on peut penser qu'il y a là un esprit exclusif peu favorable à l'invention scientifique. Et tout d'abord l'énergétique est bien ingrate envers le mécanisme d'où est sorti dans un cas spécial le principe de la conservation de l'énergie. Ensuite, l'idée de la science que se forment les énergétistes est peu vivante et a un caractère surtout didactique. En supposant qu'il ne soit pas absurde de parler du moment où la Science sera finie, on pourrait dire que la meilleure manière de l'exposer sera la forme préconisée par l'énergétique; on pourra alors commencer par poser des principes pour jamais acquis, et la recherche n'aura plus besoin d'être stimulée. L'énergétique pure, quand elle se borne systématiquement au concept d'énergie, est, si j'ose le dire, une Science austère, drapée dans ses symboles, ne se permettant aucune image ni aucun modèle, et dont quelques-uns excluent même le concept de matière; en fait, l'énergétique et le mécanisme se mêlent le plus souvent à des degrés divers dans les recherches des savants. Cela est fort heureux; ce n'est qu'en adoptant des points de vue divers, quelquefois opposés, que les sciences progressent, et il ne faut pas mutiler l'esprit humain.

Nous avons eu en vue dans ce qui précède les sciences physico-chimiques qui tendent de plus en plus à prendre une forme mathématique. Les sciences biologiques se pré-

sentent en général avec un autre caractère. Elles sont à un stade moins avancé avec des concepts moins élaborés. Aussi ne doit-on pas s'étonner que, dans certaines théories zoologiques, la méthode soit autre que dans les sciences physico-chimiques. Elle a souvent un caractère comparatif et historique; son maniement demande des habitudes d'esprit quelque peu différentes de celles habituelles aux savants qui sont adonnés aux sciences entrées dans une période plus mathématique. Tandis que le nombre des éléments à introduire dans l'étude d'un phénomène physique est pratiquement assez restreint, il serait nécessaire d'introduire un nombre immense de variables si l'on voulait en Biologie faire des théories du même type que les théories mécanistes de la Physique; cela semble pour longtemps, sinon pour toujours, impossible, et l'on peut se demander si les sciences biologiques seront susceptibles de revêtir, comme les sciences physico-chimiques, une forme mathématique. Un point essentiel aussi à noter est qu'il est impossible d'admettre le postulat de non-hérédité, que nous avons trouvé à la base du mécanisme classique, et dont, avec de légères retouches, on s'accommode au moins en première approximation dans les sciences de la nature inanimée. Le mécanisme proprement dit se présente donc en Biologie avec d'énormes difficultés; au contraire, les considérations globales de l'Énergétique y rendent, notamment en Physiologie, les plus grands services. Il faut élargir aussi le sens du mot *explication*, la prévision étant rarement possible sous forme quantitative, et l'on doit souvent se borner à rendre compte du sens d'une évolution dont on ne peut préciser les causes. Ceci ne veut pas dire que les phénomènes vitaux ne se ramènent pas aux phénomènes physico-chimiques. Tout au contraire, la Biologie contemporaine pose le postulat de cette réduction : c'est pour elle une vue extrêmement féconde et les résultats obtenus dans cette voie en Physico-chimie, particulièrement dans l'étude

des diastases et des colloïdes, autorisent de grandes espérances.

En résumé, quoi qu'il en soit des tendances que l'on rencontre dans les diverses parties de la Science, celle-ci se présente à nous comme une vue du monde extérieur à travers des concepts tirés par abstraction de l'expérience, et rapprochés les uns des autres de façon à obtenir des lois qui rendent possibles les prévisions. Le réel, tel que nous l'avons envisagé, paraîtra peut-être bien pâle à côté de la réalité que saisit l'intuition vulgaire. Pour pouvoir, avec cette réalité confuse, faire œuvre scientifique, il a fallu la simplifier, ce qui n'a pas été sans la décolorer. Si le spectacle est plus restreint, il est plus précis, et nous marchons sur un terrain plus solide. Les savants en majorité au moins, ne pensent guère dans ces conditions trouver le mot des choses, comme l'espérait naïvement Renan dans *l'Avenir de la Science*, et ils ne sont même plus sûrs de comprendre le sens de telles expressions. Se rendant compte de la relativité de nos connaissances qui ne nous font connaître que des rapports, les générations de savants avancent au milieu de complexités croissantes dans leurs approximations successives; ils ont confiance dans le postulat de leur convergence, et espèrent trouver au bout de ce labeur jamais terminé une unité, déjà rêvée par les sages d'Ionie, dont la découverte sera l'honneur de l'esprit humain.