

*données*, en excluant toutefois celles qui pourraient le dénaturer. Que ce but soit rarement atteint d'une manière complète et surtout précise, cela n'est point douteux; mais il en résulte seulement que la science est imparfaite. Son imperfection réelle fût-elle même beaucoup plus grande, telle n'en serait pas moins évidemment sa destination nécessaire. J'ai remarqué ailleurs que, pour concevoir nettement le vrai caractère général d'une science quelconque, il est d'abord indispensable de la supposer parfaite, et l'on a ensuite convenablement égard aux difficultés fondamentales plus ou moins grandes que présente toujours effectivement cette perfection idéale, comme nous l'avons déjà fait envers l'astronomie.

Par cette seule exposition sommaire de l'objet général des recherches physiques, il est aisé de sentir combien elles doivent offrir nécessairement plus de complication que les études astronomiques. Celles-ci se bornent à considérer les corps dont elles s'occupent sous les deux aspects élémentaires les plus simples que nous puissions imaginer, quant à leurs formes et à leurs mouvements, en faisant rigoureusement abstraction de tout autre point de vue. En physique, au contraire, les corps, accessibles à tous nos sens, sont nécessairement envisagés dans l'ensemble des con-

ditions générales qui caractérisent leur existence réelle, et par conséquent, étudiés sous un grand nombre de rapports divers, qui d'ordinaire se compliquent mutuellement. Si l'on apprécie convenablement la difficulté totale du problème, il deviendra facile de concevoir, *à priori*, que non-seulement une telle science doit être inévitablement beaucoup moins parfaite que l'astronomie, mais encore même qu'elle serait réellement impossible si l'accroissement des obstacles fondamentaux n'était naturellement compensé, jusqu'à un certain point, par l'extension des moyens d'exploration. C'est ici le lieu d'appliquer la loi philosophique que j'ai établie dans la dix-neuvième leçon, au sujet de cette compensation nécessaire et constante, qui résulte essentiellement de ce que, à mesure que les phénomènes se compliquent, ils deviennent, par cela même, explorables sous un plus grand nombre de rapports divers.

Des trois procédés généraux qui constituent notre art d'observer, comme je l'ai exposé alors, le dernier, la comparaison, n'est à la vérité guère plus applicable ici qu'à l'égard des phénomènes astronomiques. Quoiqu'il y puisse être quelquefois heureusement employé, il faut reconnaître que, par sa nature, il est essentiellement destiné



à l'étude des phénomènes propres aux corps organisés, comme nous le constaterons plus tard. Mais la physique comporte évidemment le plus complet développement des deux autres modes fondamentaux d'observation. Quant au premier, c'est-à-dire à l'observation proprement dite, qui, en astronomie, était forcément bornée à l'usage d'un seul sens, elle commence à recevoir ici toute son extension possible. La multiplicité des points de vue relatifs aux propriétés physiques tient essentiellement en effet à la même condition caractéristique qui nous permet d'y employer simultanément tous nos sens. Néanmoins, cette science, réduite à la seule ressource de l'observation pure, serait, sans aucun doute, extrêmement imparfaite, quelque varié qu'y puisse être son usage. Mais ici s'introduit spontanément, dans la philosophie naturelle, l'emploi du second procédé général d'exploration, l'expérience, dont l'application convenablement dirigée constitue la principale force des physiciens pour toutes les questions un peu compliquées. Cet heureux artifice fondamental consiste toujours à observer en dehors des circonstances naturelles, en plaçant les corps dans des conditions artificielles, expressément instituées pour faciliter l'examen de la marche des phénomènes qu'on se propose d'analyser sous un

point de vue déterminé. On conçoit aisément combien un tel art est éminemment adapté aux recherches physiques, qui, destinées, par leur nature, à étudier dans les corps leurs propriétés générales et permanentes, susceptibles seulement de divers degrés d'intensité, peuvent admettre, pour ainsi dire sans limites, l'ensemble quelconque de circonstances qu'on juge convenable d'introduire. C'est réellement en physique que se trouve le triomphe de l'expérimentation, parce que notre faculté de modifier les corps afin de mieux observer leurs phénomènes, n'y est assujettie à presque aucune restriction, ou que, du moins, elle s'y développe beaucoup plus librement que dans toute autre partie de la philosophie naturelle.

Quand nous examinerons, dans le volume suivant, la science de la vie, nous reconnaitrons quelles difficultés fondamentales y présente l'institution des expériences, à cause de la nécessité de les combiner de manière à maintenir l'état vivant, et même au degré normal, ce qui, d'un autre côté, exige impérieusement un ensemble très complexe de conditions, tant extérieures qu'intérieures, dont les variations admissibles sont renfermées entre des limites peu écartées, et dont les modifications se provoquent mutuellement : en



sorte qu'on ne peut presque jamais établir, en physiologie, tandis qu'on l'obtient si aisément en physique deux cas exactement pareils sous tous les rapports, sauf sous celui qu'on veut analyser; ce qui constitue pourtant la base indispensable d'une expérimentation complètement rationnelle et vraiment décisive. L'usage des expériences doit donc être, en physiologie, extrêmement restreint, quoique, sans doute, elles y puissent être réellement avantageuses, quand on procède à leur institution avec toute la circonspection qu'elle exige: nous examinerons plus tard comment cette ressource y est, jusqu'à un certain point, remplacée par l'observation pathologique. En chimie, le domaine de l'expérimentation semble ordinairement encore plus complet que dans la physique, puisqu'on n'y considère, pour ainsi dire, jusqu'ici que des faits résultant de circonstances artificielles, établies par notre intervention. Mais, la non-spontanéité des circonstances ne constitue pas, ce me semble, le principal caractère philosophique de l'expérimentation, qui consiste surtout dans le choix le plus libre possible du cas propre à dévoiler le mieux la marche du phénomène, que ce cas soit d'ailleurs naturel ou factice. Or, ce choix est, en réalité, bien plus facultatif en physique qu'à l'égard des phénomènes chimiques, dont la plupart, ne

pouvant s'obtenir que par le concours indispensable d'un plus grand nombre d'influences diverses, ne permettent pas de varier autant les circonstances de leur production, ni surtout d'isoler aussi complètement les différentes conditions déterminantes, comme nous le reconnaitrons spécialement dans le volume suivant. Ainsi, en résumé, non-seulement la création de l'art général de l'expérimentation est due au développement de la physique; mais c'est surtout à cette science qu'un tel procédé est, en effet, destiné, quelque précieuses ressources qu'il offre aux branches plus compliquées de la philosophie naturelle.

Après l'usage rationnel des méthodes expérimentales, la principale base du perfectionnement de la physique résulte de l'application plus ou moins complète de l'analyse mathématique. C'est ici que finit le domaine actuel de cette analyse en philosophie naturelle; et la suite de cet ouvrage montrera combien il serait chimérique d'espérer que son empire s'étende jamais au-delà avec une efficacité notable, même en se bornant aux phénomènes chimiques. La fixité et la simplicité relatives des phénomènes physiques, doivent comporter naturellement un emploi étendu de l'instrument mathématique, quoiqu'il s'y adapte beaucoup moins bien qu'aux études astronomiques.



Cette application peut s'y présenter sous deux formes très différentes, l'une directe, l'autre indirecte. La première a lieu quand la considération immédiate des phénomènes a permis d'y saisir une loi numérique fondamentale, qui devient la base d'une suite plus ou moins prolongée de déductions analytiques; comme on l'a vu si éminemment lorsque le grand Fourier a créé sa belle théorie mathématique de la répartition de la chaleur, fondée tout entière sur le principe de l'action thermologique entre deux corps, proportionnelle à la différence de leurs températures. Le plus souvent, au contraire, l'analyse mathématique ne s'y introduit qu'indirectement, c'est-à-dire après que les phénomènes ont été d'abord ramenés, par une étude expérimentale plus ou moins difficile, à quelques lois géométriques ou mécaniques; et alors ce n'est point proprement à la physique que l'analyse s'applique, mais à la géométrie ou à la mécanique. Telles sont, entre autres, sous le rapport géométrique, les théories de la réflexion ou de la réfraction, et, sous le rapport mécanique, l'étude de la pesanteur ou celle d'une partie de l'acoustique.

Que l'introduction des théories analytiques, dans les recherches physiques, soit médiate ou immédiate, il importe de ne les y employer qu'avec

une extrême circonspection, après avoir sévèrement scruté la réalité du point de départ, qui peut seule établir la solidité des déductions, qu'une telle méthode permet de prolonger et de varier avec une si admirable fécondité; et le génie propre de la physique doit diriger sans cesse l'usage rationnel de ce puissant instrument. Il faut convenir que l'ensemble de ces conditions a été rarement rempli d'une manière convenable par les géomètres, qui, le plus souvent, prenant le moyen pour le but, ont embarrassé la physique d'une foule de travaux analytiques fondés sur des hypothèses très hasardées, ou même sur des conceptions entièrement chimériques, et où, par conséquent, les bons esprits ne peuvent voir réellement que de simples exercices mathématiques, dont la valeur abstraite est quelquefois très éminente, sans que leur influence puisse nullement accélérer le progrès naturel de la physique. L'injuste dédain que la prépondérance de l'analyse provoque trop fréquemment pour les études purement expérimentales, tend même directement à imprimer à l'ensemble des recherches une impulsion vicieuse qui, si elle n'était point nécessairement contenue, enlevant à la physique ses fondemens indispensables, la ferait rétrograder vers un état d'incertitude et d'obscurité peu différent,



au fond, malgré l'imposante sévérité des formes, de son ancien état métaphysique. Les physiciens n'ont pas d'autre moyen radical d'éviter ces empiètemens funestes, que de devenir désormais eux-mêmes assez géomètres pour diriger habituellement l'usage de l'instrument analytique, comme celui de tous les autres appareils qu'ils emploient, au lieu d'en abandonner l'application à des esprits qui n'ont ordinairement aucune idée nette et approfondie des phénomènes à l'exploration desquels ils le destinent. Cette condition, rationnellement indiquée par la seule position de la physique dans notre série encyclopédique, pourrait sans doute être convenablement remplie, si l'éducation préliminaire des physiciens était plus fortement organisée. Dès lors, ils n'auraient plus besoin de recourir aux géomètres que dans les cas, nécessairement très rares, qui exigeraient le perfectionnement abstrait des procédés analytiques. Non-seulement ils feraient ainsi cesser directement la sorte de fausse position scientifique qui leur est si souvent pénible aujourd'hui, mais ils amélioreraient notablement l'ensemble du système scientifique, en hâtant le développement de la saine philosophie mathématique. Car, la philosophie de l'analyse commence maintenant à être bien connue, quoique

sans doute, comme je l'ai indiqué dans le volume précédent, elle soit encore susceptible de perfectionnemens capitaux; mais, quant à la vraie philosophie mathématique, qui consiste surtout dans la relation convenablement organisée de l'abstrait au concret, elle est encore presque entièrement dans l'enfance, sa formation ayant dû nécessairement être postérieure. Or, elle ne pouvait naître que d'une comparaison suffisamment étendue entre les études mathématiques de divers ordres de phénomènes; elle ne peut se développer que par l'accroissement graduel de telles études, poursuivies dans un esprit vraiment positif, qui, au degré où il est nécessaire, doit naturellement se trouver bien plus complet chez les physiciens que chez les géomètres. L'attention de ceux-ci doit, en général, se diriger spontanément de préférence vers l'instrument, abstraction faite de l'usage; les autres peuvent seuls, d'ordinaire, sentir assez vivement le besoin de modifier les moyens, conformément à la destination qu'ils ont en vue. Telles sont les fonctions respectives que leur assigne une distribution rationnelle de l'ensemble du travail scientifique.

Quoique l'application de l'analyse à l'étude de la physique ne soit point encore assez philosophiquement instituée, et que, par suite, elle ait



été fréquemment illusoire, elle n'en a pas moins déjà rendu d'éminens services au progrès réel de nos connaissances, comme j'aurai soin de l'indiquer en examinant successivement les diverses parties essentielles de la science. Lorsque les conditions fondamentales d'une telle application ont pu être suffisamment remplies, l'analyse a porté, dans les différentes branches de la physique, cette précision admirable et surtout cette parfaite coordination qui caractérisent toujours son emploi bien entendu. Que seraient sans elle, l'étude de la pesanteur, celle de la chaleur, de la lumière, etc.? Des suites de faits presque incohérens, dans lesquelles notre esprit ne pourrait rien prévoir qu'en consultant l'expérience, pour ainsi dire à chaque pas, tandis qu'elles nous offrent maintenant un caractère de rationalité très satisfaisant, qui les rend susceptibles de remplir à un haut degré la destination finale de tout travail scientifique. Néanmoins, il ne faut pas se dissimuler que les phénomènes physiques, à raison de leur plus grande complication, sont bien moins accessibles aux méthodes mathématiques que les phénomènes astronomiques, soit quant à l'étendue ou à la sûreté des procédés. Sous le point de vue mécanique surtout, il n'y a pas de problème physique qui ne soit réellement beaucoup plus complexe qu'aucun problème

astronomique, lorsqu'on y veut tenir compte de toutes les circonstances susceptibles d'exercer sur le phénomène une véritable influence. Le cas de la pesanteur, quelque simple qu'il paraisse et qu'il soit en effet, relativement à tous les autres, en offre la preuve bien sensible, même en se bornant aux solides, par l'impossibilité où nous sommes encore d'avoir suffisamment égard dans nos calculs à la résistance de l'air, qui modifie pourtant d'une manière si prononcée le mouvement effectif. Il en est ainsi, à plus forte raison, des autres recherches physiques susceptibles de devenir mathématiques, et qui ordinairement ne sauraient comporter une telle transformation qu'après avoir écarté une portion plus ou moins essentielle des conditions du problème, d'où résulte l'impérieuse nécessité d'une grande réserve dans l'emploi des déductions de cette analyse incomplète. On pourrait cependant augmenter beaucoup l'utilité réelle de l'analyse dans les questions physiques, en ne lui accordant plus une prépondérance aussi exclusive, et en consultant plus convenablement l'expérience, qui, cessant d'être bornée à la simple détermination des coefficients, comme on le voit trop souvent aujourd'hui, fournirait aux méthodes mathématiques des points de départ moins écartés; cette marche a déjà réussi pour quelques cas, mal-



heureusement trop rares. Sans doute, la coordination devient ainsi plus imparfaite ; mais doit-on regretter cette perfection illusoire, lorsqu'on ne peut l'obtenir qu'en altérant plus ou moins profondément la réalité des phénomènes ? Cet art de combiner intimement l'analyse et l'expérience, sans subalterner l'une à l'autre, est encore presque inconnu ; il constitue naturellement le dernier progrès fondamental de la méthode propre à l'étude approfondie de la physique. Il ne pourra être, en réalité, convenablement cultivé, que lorsque les physiciens, et non les géomètres, se chargeront enfin, dans ces recherches, de diriger l'instrument analytique, comme je viens de le proposer.

Après avoir suffisamment considéré, d'une manière générale, l'objet propre de la physique et les moyens fondamentaux qui lui appartiennent, je dois maintenant fixer sa vraie position encyclopédique. La discussion établie au commencement de cette leçon doit me dispenser naturellement de grands développemens à ce sujet. Il faut, néanmoins, justifier ici sommairement le rang que j'ai assigné à cette branche de la philosophie naturelle dans la hiérarchie scientifique, telle que je l'ai constituée au début de cet ouvrage.

Si l'on envisage d'abord la physique relative-

ment aux sciences que j'ai placées comme antérieures, il est aisé de reconnaître, en premier lieu, que non-seulement ses phénomènes sont plus compliqués que les phénomènes astronomiques, ce qui est évident, mais que leur étude ne saurait acquérir son vrai caractère rationnel qu'en se fondant sur une connaissance approfondie, quoique générale, de l'astronomie, soit comme modèle, soit même comme base. Nous avons reconnu, dans la première partie de ce volume, que la science céleste, tant sous le point de vue mécanique que sous le point de vue géométrique, nous offre nécessairement, à raison de la simplicité caractéristique de ses phénomènes, le type le plus parfait de la méthode universelle qu'on doit appliquer, autant que possible, à la découverte des lois naturelles. Quelle préparation immédiate aussi convenable pourrions-nous donc imaginer pour notre intelligence avant de se livrer aux explorations plus difficiles de la physique, que celle qui résulte de l'examen philosophique d'un tel modèle ? Comment procéder rationnellement à l'analyse des phénomènes plus compliqués, sans s'être rendu d'abord un compte général satisfaisant de la manière dont les plus simples peuvent être étudiés ? La marche de l'individu doit offrir ici les mêmes phases principales que celle de l'espèce.