

qu'il soit placé; en sorte qu'ils deviennent le symptôme le plus irrécusable de l'existence matérielle, et souvent le seul, en effet, qui nous permette de la constater. Leur simplicité relative, et leur entière indépendance de tous les autres, ne sont pas moins sensibles. En même temps, et par une suite nécessaire de ces qualités fondamentales, leur étude, d'ailleurs plus ou moins indispensable à toutes les autres branches de la physique, constitue certainement la partie la plus satisfaisante de cette science, d'abord en vertu de sa positivité bien plus pure, comme je l'ai noté ci-dessus, et ensuite par sa plus grande exactitude, sa coordination beaucoup plus complète, et sa prévision plus rationnelle. C'est là où se trouve le point de contact naturel et général entre la physique et l'astronomie, et aussi le vrai berceau de la physique.

Les mêmes considérations, appliquées en sens exactement inverse, me paraissent converger également, quoique d'une manière moins évidente, pour placer l'étude des phénomènes électriques à l'extrémité opposée, dans l'échelle encyclopédique de la physique. Ces phénomènes, dont je ne crois pas devoir séparer les phénomènes magnétiques, sont incontestablement les moins généraux de tous, puisque leur production exige un

concours de circonstances bien plus spécial. Ils sont, en même temps, les plus compliqués, et ceux dont l'étude rationnelle, constituée la dernière, est certainement la plus imparfaite encore, sous quelque rapport qu'on l'envisage, malgré les éminens progrès qu'elle a faits en ce siècle : c'est là que le caractère scientifique est aujourd'hui le plus profondément altéré par ces hypothèses inintelligibles que nous venons d'examiner. Enfin, c'est par là surtout que s'opère maintenant, et qu'aura lieu, sans doute, de plus en plus, la transition naturelle de la physique à la chimie.

Entre ces deux termes extrêmes, viennent successivement s'intercaler, pour ainsi dire spontanément, d'après les mêmes principes, la thermologie, l'acoustique et l'optique. La théorie de la chaleur doit aujourd'hui, ce me semble, être placée immédiatement après celle de la pesanteur, surtout en considération de la généralité de ses phénomènes, presque aussi universels que ceux de la gravité, puisque leur manifestation ne saurait être entièrement empêchée que par un concours de circonstances tout spécial et, en quelque sorte, artificiel, quoique réellement possible. Le vrai caractère scientifique y est bien plus prononcé que dans l'étude de l'électricité, ou même de la lumière. Enfin, malgré que l'application de l'ana-

lyse mathématique y ait lieu beaucoup plus tard, elle y présente un aspect infiniment plus rationnel, grâce à la haute supériorité philosophique de son illustre fondateur, qui, dédaignant la facile ressource de dissenter algébriquement sur des fluides imaginaires, s'est admirablement imposé la condition sévère d'une parfaite positivité.

Cette dernière considération concourt avec celle de la généralité relative, pour placer l'acoustique avant l'optique. Sa positivité est certainement très supérieure, le son n'étant point aujourd'hui personnifié comme la lumière, si ce n'est dans un projet qui n'a eu aucune suite. On pourrait même réclamer, à certains égards, la priorité de l'acoustique sur la thermologie, puisque la théorie du son nous présente, après celle de la pesanteur, l'application la plus immédiate et la plus étendue de la mécanique rationnelle. Mais, le degré de généralité des phénomènes, qui constitue nécessairement, à mes yeux, le motif prépondérant, ne me permettrait point d'adopter un tel arrangement, qui serait, du reste, très plausible. Il me semble d'ailleurs que l'étude des phénomènes du son offre encore, sous plusieurs rapports, des lacunes essentielles, qui doivent la faire regarder aujourd'hui comme étant réellement moins avancée que celle de la chaleur.

Tel est donc, pour moi, l'ordre définitif des diverses branches principales de la physique : barologie, thermologie, acoustique, optique et électrologie (1). Il faudrait se garder, du reste, d'attacher à cette question d'arrangement une importance exagérée, vu le peu de liaison réelle qui existe malheureusement jusqu'ici entre ces différentes parties. Je dois seulement faire remarquer le soin que j'ai toujours pris, à ce sujet, de fonder toutes mes comparaisons sur les phénomènes eux-mêmes, sans aucun égard aux vains rapprochemens ni aux oppositions non moins vaines que peuvent suggérer les hypothèses anti-scientifiques auxquelles on les rapporte encore. Ainsi, on a dû voir, par exemple, que, si je place l'optique immédiatement après l'acoustique, ce

(1) Il m'a paru convenable, pour abréger le discours, de donner des dénominations spéciales aux branches de la physique relatives à la pesanteur, à la chaleur, et à l'électricité, par analogie avec l'usage commode adopté depuis si long-temps envers les deux autres. De ces trois expressions, la première, quoique inusitée, remonte réellement au moins à quarante ans; j'ai seulement construit les deux autres; et encore même, après avoir formé le mot *thermologie*, j'ai reconnu qu'il avait été quelquefois employé par Fourier. Reste donc uniquement à ma charge le nom *électrologie*, que son utilité fera, j'espère, excuser. Personne, d'ailleurs, ne sent plus fortement que moi les graves inconvéniens scientifiques de ce néologisme pédantesque, qui sert si souvent à dissimuler le vide réel des idées, en imposant des noms étranges à des sciences qui n'existent pas ou à des caractères superficiellement conçus.

n'est nullement parce que, de nos jours, le système des vibrations lumineuses est devenu prépondérant : j'aurais agi d'une manière absolument identique, sous le règne de l'émission. La classification scientifique devrait sans doute être à l'abri de l'instabilité inhérente à ces conceptions arbitraires.

Par l'ensemble des diverses considérations générales exposées dans ce long discours, la philosophie de la physique me paraît être suffisamment caractérisée sous tous les rapports fondamentaux ; puisque nous avons successivement analysé l'objet propre de la physique, les différens modes essentiels d'exploration qui lui appartiennent, sa vraie position encyclopédique, son influence sur l'éducation universelle de la raison humaine, son véritable degré de perfection scientifique, son incomplète positivité actuelle, ainsi que le moyen d'y remédier par une saine institution des hypothèses, et enfin la disposition rationnelle de ses principales parties. L'importante discussion à laquelle j'ai dû me livrer sur la théorie des hypothèses, est éminemment propre à simplifier l'examen philosophique des diverses branches de la physique, auquel je dois maintenant procéder directement, suivant l'ordre que j'ai établi ; car,

je n'y devrai faire désormais aucune mention de tout ce qui se rapporte aux hypothèses anti-scientifiques, en me bornant strictement à la seule considération des lois effectives des phénomènes. On sait d'ailleurs que, par la nature de cet ouvrage, il ne saurait être ici question d'un traité, même sommaire, sur aucune des portions de la physique, mais seulement d'une suite d'études philosophiques sur l'ensemble de chacune d'elles, supposée préalablement connue, et envisagée sous nos deux points de vue habituels, de sa méthode propre et de ses résultats principaux, sans entrer jamais dans aucune exposition spéciale. La plus grande complication des phénomènes, et surtout la perfection si inférieure de leurs théories, ne peuvent même permettre de caractériser ici chaque section de la science aussi nettement, ni aussi complètement, à beaucoup près, que j'ai pu le faire dans une science aussi rationnelle que l'astronomie.

mais inévitable, de la découverte fondamentale de Torricelli, vint permettre une démonstration directe, en donnant les moyens de faire le vide, et par suite, d'apprécier exactement la pesanteur spécifique de l'air qui nous entoure, jusque alors très vaguement mesurée. On voit comment cette grande vérité, outre sa haute importance propre, a spontanément doté la philosophie naturelle de deux des plus précieux moyens d'exploration matérielle qu'elle possède, le baromètre et la pompe pneumatique. En général, la création et le perfectionnement des instrumens d'observation ou d'expérimentation ont toujours été, en physique, le résultat nécessaire et définitif des principales découvertes scientifiques, dont leur histoire est réellement inséparable : plus nous connaissons la nature, mieux nous l'explorons sous de nouveaux rapports, ce qui doit faire attacher un prix tout spécial aux premiers instrumens, quelque grossière qu'ait été d'abord leur ébauche.

Le poids de l'air, et en général des gaz, étant une fois bien constaté, une dernière condition préliminaire restait seule à remplir pour qu'on pût appliquer à l'équilibre atmosphérique les lois fondamentales de l'hydrostatique : c'était l'indispensable connaissance exacte de la relation néces-

saire entre la densité d'un fluide élastique et la pression qu'il supporte. Dans les liquides, du moins en les supposant tout-à-fait incompressibles, ces deux phénomènes sont absolument indépendans l'un de l'autre, tandis que, dans les gaz, ils sont inévitablement liés; et c'est ce qui constitue, comme on sait, la différence essentielle entre les théories mécaniques des deux sortes de fluides. La découverte capitale de cette relation élémentaire fut faite à la fois, et presque en même temps, par Mariotte en France, et Boyle en Angleterre, qui possédaient tous deux à un si éminent degré le véritable génie de la physique. Il était naturel, sans doute, de supposer d'abord que la compressibilité caractéristique des gaz est indépendante de leur densité; et en effet, ces deux illustres physiciens constatèrent, dans leurs expériences, que les divers volumes successivement occupés par une même masse gazeuse, sont exactement en raison inverse des différentes pressions qu'elle éprouve. Cette loi, primitivement établie entre des limites peu écartées, a été soigneusement vérifiée, dans ces derniers temps, en faisant croître la pression jusqu'à près de trente atmosphères. On a donc dû l'adopter, comme base de toute la mécanique des gaz et des vapeurs. Toutefois, il serait difficile d'admettre qu'elle soit l'ex-

pression mathématique de la réalité. Car, elle équivaut évidemment à regarder les fluides élastiques comme toujours également compressibles, quelques comprimés qu'ils soient déjà; ou, en sens inverse, comme toujours aussi dilatables, à quelque dilatation qu'ils soient parvenus. Or, l'une et l'autre conséquence sont, au moins, fort invraisemblables, en considérant des pressions, ou très fortes ou très faibles: poussées à l'extrême, elles détruiraient, sans doute, dans un cas l'idée de gaz, et, dans l'autre, l'idée même de corps ou système. Cette loi ne peut donc être qu'une approximation de la réalité, suffisamment exacte seulement entre certaines limites, comprenant heureusement presque tous les cas qu'il nous importe d'étudier. Mais il ne faudrait pas croire qu'une telle remarque soit particulière à cette importante relation. Il en est nécessairement toujours ainsi dans l'application de nos conceptions abstraites à l'interprétation de la nature, dont les véritables lois mathématiques ne peuvent jamais nous être connues que par des approximations analogues, leurs limites étant seulement plus ou moins écartées, même à l'égard des phénomènes les plus simples et les mieux étudiés. Cette considération philosophique a déjà été expressément signalée, au sujet de la loi de la gravitation elle-même, à la

fin de la vingt-quatrième leçon, où je me suis efforcé de faire sentir combien il serait hasardé de regarder cette loi comme nécessairement applicable à toute distance, quelque grande ou petite qu'elle fût. Non-seulement toutes nos connaissances réelles sont strictement circonscrites dans l'analyse des phénomènes et la découverte de leurs lois effectives; mais, même ainsi restreintes, nos recherches ne sauraient aboutir, en aucun genre, à des résultats absolus, et peuvent uniquement fournir des approximations plus ou moins parfaites, constamment susceptibles, il est vrai, de suffire à nos besoins véritables: tel est l'esprit fondamental de la philosophie positive, que je ne dois pas craindre de reproduire trop fréquemment dans cet ouvrage.

D'après la loi de Mariotte et Boyle, la théorie générale de l'équilibre atmosphérique tombe aussitôt sous la compétence de la mécanique rationnelle. On voit d'abord que l'ensemble de l'atmosphère ne peut jamais être réellement dans un état d'équilibre rigoureux, par les mêmes motifs indiqués ci-dessus envers l'Océan, leur influence étant seulement ici bien plus prononcée, puisque la chaleur dilate beaucoup moins l'eau que l'air. Il est néanmoins indispensable de considérer, abstraction faite de cette agitation nécessaire, l'é-

quilibre partiel d'une colonne atmosphérique très étroite, afin de se former une juste idée générale du mode fondamental de décroissement propre à la densité et à la pression des diverses couches. La question ne présente aucune difficulté essentielle, quand on écarte les effets thermologiques; et l'on voit alors aisément que les densités et les pressions diminueraient en progression géométrique pour des hauteurs croissantes en progression arithmétique, si la température pouvait être la même en tous les points de la colonne, du moins en faisant abstraction du décroissement presque insensible de la gravité, qui peut d'ailleurs être facilement pris en considération exacte. Mais l'abaissement graduel et très prononcé qu'éprouve nécessairement la température des couches atmosphériques à mesure qu'elles sont plus élevées, doit en réalité ralentir notablement cette variation abstraite, en rendant chaque couche plus dense que ne le comporterait ainsi sa position. L'étude de ce grand phénomène se complique donc naturellement d'un nouvel élément, jusqu'ici tout-à-fait inconnu malgré quelques tentatives imparfaites, la loi relative à la variation verticale des températures atmosphériques, qui ne sera peut-être jamais suffisamment dévoilée, quelque intéressante qu'elle fût à plusieurs égards, comme je

J'ai déjà indiqué au sujet de la théorie des réfractions astronomiques. On n'y supplée évidemment que d'une manière extrêmement grossière et radicalement incertaine, lorsque, pour formuler l'équilibre d'une portion déterminée de la colonne atmosphérique, on suppose une température uniforme égale à la moyenne arithmétique entre les deux températures extrêmes immédiatement observées. Car la loi inconnue pourrait être telle, que la moyenne géométrique, ou même quelque nombre très rapproché de l'un des extrêmes, représentât avec moins d'erreur le véritable état de la colonne, qu'aucune hypothèse de température commune ne saurait d'ailleurs fidèlement exprimer. L'intervention du calcul des probabilités serait, du reste, ici ou puérile ou sophistique, comme en tant d'autres occasions. Tout ce qu'on pourrait dire de raisonnable en faveur d'un tel usage, se réduirait réellement à la conformité de quelques-uns des résultats auxquels il conduit avec des observations directes, argument qui aurait en effet un grand poids, si cette confrontation avait jamais été convenablement établie, ce dont il y a lieu de douter. On ne doit donc employer qu'avec une grande circonspection, et seulement à défaut de déterminations géométriques, le procédé imaginé par Bouguer pour la mesure des

hauteurs par le baromètre, dont la formule a été surchargée plus tard d'un grand nombre de détails, qui ont fortement altéré sa simplicité primitive, sans peut-être augmenter beaucoup son exactitude réelle, si ce n'est en ce qui concerne la meilleure évaluation des coefficients, due à l'observation seule. Ce moyen est certainement fort ingénieux : et son principal défaut consiste précisément à l'être beaucoup trop, en faisant dépendre une grandeur aussi simple qu'une distance d'une foule d'autres qui s'y rattachent indirectement dans un phénomène très complexe. Mais il est évident que, quand on prétend à l'exactitude, on ne saurait accorder une confiance bien étendue à une méthode aussi indirecte, fondée sur la supposition préalable d'un état de stagnation atmosphérique qui ne peut exister, et ensuite sur une uniformité de température encore plus inadmissible. En considérant, dans l'estimable travail de Ramon, la longue série des précautions minutieuses qu'exige l'application exacte d'un tel procédé pour mériter quelque confiance, et, par suite, la durée souvent très grande de l'ensemble de l'opération, on voit même que ce moyen perd essentiellement cette facilité qui fait sa seule valeur, et qu'il y aurait fréquemment moins d'embarras, quand les circonstances le permettent, à