

apprécier, si l'on n'eût pas été certain d'avance qu'elles devaient exister.

C'est afin d'énoncer brièvement cette assimilation fondamentale entre la pesanteur et la force accélératrice des astres qu'on a créé le mot heureux de *gravitation*, envisagé comme exactement synonyme de pesanteur universelle, pour désigner l'action du soleil sur les planètes, et de celles-ci sur leurs satellites. L'emploi de ce terme a le précieux avantage philosophique d'indiquer strictement un simple fait général, mathématiquement constaté, sans aucune vaine recherche de la nature intime et de la cause première de cette action céleste ni de cette pesanteur terrestre. Il tend à faire éminemment ressortir le vrai caractère essentiel de toutes nos explications positives, qui consistent, en effet, à lier et à assimiler le plus complètement possible. Nous ne pouvons évidemment savoir ce que sont au fond cette action mutuelle des astres, et cette pesanteur des corps terrestres : une tentative quelconque à cet égard serait, de toute nécessité, profondément illusoire aussi bien que parfaitement oiseuse; les esprits entièrement étrangers aux études scientifiques peuvent seuls s'en occuper aujourd'hui. Mais nous connaissons, avec une pleine certitude, l'existence et la loi de ces deux ordres

de phénomènes; et nous savons, en outre, qu'ils sont identiques. C'est ce qui constitue leur véritable *explication* mutuelle, par une exacte comparaison des moins connus aux plus connus. Pour le géomètre, qu'une longue et habituelle méditation a profondément familiarisé avec le vrai mécanisme des mouvemens célestes, la pesanteur terrestre est expliquée, quand il la conçoit comme un cas particulier de la gravitation générale. Au contraire, c'est la pesanteur qui fait comprendre la gravitation céleste au physicien proprement dit, ainsi qu'au vulgaire, la notion lui en étant seule suffisamment familière. Nous ne pouvons jamais aller réellement au-delà de semblables rapprochemens.

D'après ces principes élémentaires de la philosophie positive, je ne saurais ici trop fortement blâmer l'usage irrationnel que l'on fait encore si fréquemment du mot *attraction*, dans l'étude de la mécanique céleste. Son emploi, qu'un simple artifice de langage eût toujours permis d'éviter, est surtout devenu sans excuse depuis la formation du mot *gravitation*. Quoique cette réserve de style ne doive sans doute dégénérer jamais en une affectation puérile et pédantesque, il importe infiniment que le discours maintienne inaltérable le vrai caractère d'une conception positive aussi fon-

damentale. Or, le mot *attraction* tend, par lui-même, à jeter aussitôt l'esprit dans une direction vague et anti-scientifique, par la prétention qu'il annonce inévitablement, malgré tous les commentaires préalables, à caractériser le mode d'action du soleil sur les planètes, et de la terre sur les poids, en le comparant à l'effort par lequel nous tirons à nous, à l'aide d'un lien quelconque, un objet éloigné : car tel est le sens de ce terme, ou il n'en] a aucun. Depuis un siècle que cette expression est usitée scientifiquement, il me semble étrange qu'on n'ait pas encore nettement senti qu'une telle comparaison n'est nullement propre, en n'y voyant même qu'une image grossière, à donner aucune idée de l'action solaire ou terrestre, dont elle tend, au contraire, à obscurcir la notion. Car, une semblable métaphore ne pourrait avoir quelque utilité dans le discours que si l'action effective de tirer était réellement influencée par la distance, ce qui est évidemment absurde : qu'un objet soit à dix mètres ou à cent, le même effort l'attirera vers nous exactement de la même quantité, en négligeant du moins la masse et la raideur du lien. Comment un tel mot serait-il donc propre à qualifier un phénomène qui, à une distance décuple, est nécessairement cent fois moindre, sans qu'aucune autre circons-

tance ait changé? Je ne vois, dans son emploi, qu'un grand nombre d'inconvéniens majeurs, sans le moindre avantage réel.

Il y a tout lieu de penser que cette idée intelligible d'attraction fut pour beaucoup dans l'opposition que rencontra si long-temps, surtout en France, la conception newtonienne, dont l'étude approfondie n'avait point encore démontré combien elle est au fond nécessairement indépendante d'une telle notion. Elle devait, en effet, sous une semblable forme, se présenter naturellement à nos penseurs comme susceptible de faire rétrograder la philosophie, et de la ramener à l'état métaphysique, en rétablissant ces qualités occultes que notre grand Descartes avait, après tant d'efforts, si justement bannies. Telle est aussi la principale objection que les cartésiens, parmi lesquels on distingue l'illustre Jean Bernouilli et le sage Fontenelle, reproduisent continuellement dans tous leurs écrits. Il n'est pas douteux, ce me semble, que l'esprit français, éminemment clair et positif, n'ait ainsi puissamment contribué, en résultat général de cette utile discussion, à épurer le caractère primitif de la pensée fondamentale de Newton, en détruisant l'apparence métaphysique qui altérait la réalité admirable de cette sublime découverte.

Pour compléter l'examen général de la loi de la gravitation, il faut encore l'envisager sous un dernier aspect élémentaire, indispensable à son entière explication mathématique.

Nous avons jusqu'ici considéré l'action du soleil sur les planètes et de celles-ci sur leurs satellites, sans avoir aucun égard aux dimensions et aux formes de ces grands corps, et comme si tous étaient autant de points. Mais, la proportionnalité bien constatée entre l'intensité de cette action et la masse du corps qui l'éprouve, montre clairement qu'elle ne s'exerce directement que sur les molécules, qui toutes y participent indépendamment les unes des autres, et avec une égale énergie, sauf la diversité des distances. La gravitation moléculaire est donc seule réelle, et celle des masses n'en peut être que le résultat mathématique. Celle-ci néanmoins peut seule être immédiatement considérée, soit dans l'observation des phénomènes, soit dans l'étude mathématique des mouvemens, qui exige indispensablement la conception d'une force unique, au lieu de cette infinité d'actions élémentaires. De là est résulté nécessairement une partie essentielle, quoique préliminaire, de la mécanique céleste, celle qui a pour objet de composer en une seule résultante toutes les gravitations mutuelles des molé-

cules de deux astres. Cette portion, aujourd'hui très étendue, a été, comme toutes les autres, fondée par Newton, et les deux théorèmes essentiels qu'il a primitivement établis à ce sujet, sont encore ce que cette importante théorie présente de plus usuel. Ils reposent sur la forme presque exactement sphérique de tous les astres. En supposant des sphères parfaites, et composées de couches homogènes, dont la densité varie d'ailleurs arbitrairement, Newton a découvert, par des considérations géométriques extrêmement simples : 1°. que les gravitations mutuelles de toutes les molécules d'une même couche sur un point intérieur quelconque se détruisent nécessairement ; 2°. que la gravitation totale d'un point extérieur vers les diverses molécules de la sphère, est exactement la même que si la masse entière de cette sphère était condensée à son centre ; et qu'il en est par conséquent ainsi de la gravitation mutuelle de deux sphères. Il en résulte immédiatement la précieuse faculté de pouvoir traiter les corps célestes comme des points, dans l'étude de leurs mouvemens de translation. Mais, l'irrégularité effective de la figure des astres, quelque petite qu'elle soit, a besoin d'être prise en considération dans la théorie de leurs rotations, où ces théorèmes cessent d'être applicables. C'est même

seulement d'après cette différence que les géomètres ont pu expliquer, à cet égard, plusieurs phénomènes importans, comme je l'indiquerai dans la vingt-sixième leçon. Pour toute autre forme que la sphère, le problème général se complique beaucoup, et les difficultés analytiques qu'il présente ne sont encore habituellement surmontables que par approximation, malgré l'importance des derniers perfectionnemens introduits dans cette théorie, surtout par les travaux tout récents de M. Jacobi. Enfin la solution parfaitement exacte exigerait évidemment la connaissance de la vraie loi de la densité dans l'intérieur des astres, qu'on ne peut guère envisager comme susceptible d'être jamais réellement obtenue.

La loi générale de l'égalité constante et nécessaire entre la réaction et l'action, qui est une des trois bases physiques essentielles de la mécanique rationnelle, comme je l'ai établi dans la philosophie mathématique, montre évidemment, sans aucune explication spéciale, que la gravitation est essentiellement mutuelle, en sorte que le soleil pèse vers chaque planète, et les planètes vers leurs satellites. Quoique l'extrême inégalité des masses doive rendre naturellement les effets de cette pesanteur inverse fort difficiles à constater, à cause de leur excessive petitesse par rapport aux

mouvements principaux, j'indiquerai néanmoins, dans les deux leçons suivantes, comment la mécanique céleste les a mis en évidence à l'égard de divers phénomènes secondaires.

Quant à la gravitation des planètes les unes vers les autres, elle était sans doute naturellement indiquée par la seule exposition de la conception fondamentale. Mais il faut reconnaître, ce me semble, qu'elle n'a été mathématiquement démontrée que lorsque les successeurs de Newton en ont déduit l'explication exacte des perturbations effectives qu'éprouve le mouvement principal des planètes, comme l'indiquera la vingt-sixième leçon. Dès que ce résultat capital a été obtenu, cette gravitation secondaire s'est trouvée établie d'une manière aussi positive que la gravitation principale.

C'est ainsi que l'analyse approfondie des phénomènes célestes a irrévocablement prouvé, dans toutes ses diverses parties, cette grande loi fondamentale, résultat le plus sublime de l'ensemble de nos études sur la nature : *Toutes les molécules de notre monde gravitent les unes vers les autres, proportionnellement à leurs masses, et inversement aux quarrés de leurs distances.*

Je croirais méconnaître profondément le vrai caractère de cette admirable conception, qui n'est

que l'exacte représentation d'un fait général, si je l'étendais aussitôt, comme on ne craint pas habituellement de le faire, aux phénomènes les plus généraux de l'univers, relatifs à l'action mutuelle des divers systèmes solaires. Qu'on le suppose par simple analogie, et en attendant des renseignemens directs, qui, si jamais ils arrivent, prouveraient peut-être le contraire, je n'y vois sans doute aucun inconvénient. Ce procédé me paraît même très philosophique, comme devant nécessairement hâter à cet égard les découvertes réelles, si elles sont effectivement possibles. Mais, regarder témérairement une telle extension comme aussi certaine que la gravitation intérieure de notre monde, c'est, à mon avis, altérer autant que possible la nature de nos vraies connaissances, en confondant ce qu'il y a de véritablement positif avec ce qui sera peut-être toujours essentiellement conjectural. En procédant ainsi, on obéit encore, à son insu, à cette tendance métaphysique vers les connaissances absolues, dont l'esprit humain a eu tant de peine à s'affranchir. Sur quoi est fondée la réalité de la gravitation newtonienne? Uniquement sans doute sur sa relation avec les phénomènes, à défaut de laquelle ce ne serait qu'un admirable jeu d'esprit. Or, dans la considération de *l'univers*, il n'y a pas

encore de phénomènes exactement observés et mesurés, à plus forte raison, aucune loi géométrique comparable à celles de Képler : quelle serait donc alors la base de nos conceptions dynamiques, qui n'auraient rien à interpréter? Je n'ignore pas que, dans les mouvemens relatifs de quelques étoiles doubles, on a cru reconnaître depuis peu les ellipses de Képler : je le désire vivement, mais sans en être jusqu'ici bien convaincu. Les mesures sont encore tellement délicates dans ce genre d'observations, que leur précision ne saurait être garantie, à l'abri de toute prévention, au degré où l'exigerait une semblable conclusion. Si quelque astronome y avait bien cherché les orbites elliptiques où l'astre principal occupe le centre au lieu du foyer, ou le milieu entre ces deux points, etc., ne serait-il point peut-être parvenu à les y rencontrer? Et dès lors, cependant, la loi de gravitation eût été, comme on sait, absolument opposée (1). D'ailleurs, en

(1) Je regretterais profondément d'exciter ainsi le moindre doute sur l'exactitude et la sagacité des astronomes dont la constance à poursuivre des observations aussi délicates et aussi pénibles mérite assurément tous nos respects. Mais peut-être n'ont-ils pas, avant tout, assez réfléchi au degré de précision tout particulier qu'exigeraient de telles déterminations pour motiver une conséquence dynamique solidement fondée. L'immense éloignement de ces orbites, dont les rayons n'ont jamais qu'une étendue angulaire de quelques secondes, ne nous interdit-il point, de toute nécessité, d'apporter dans

admettant la parfaite réalité de ces résultats, qui, dans toute hypothèse, n'en sont pas moins fort précieux, ils ne constituent évidemment qu'un cas extrêmement particulier, encore impropre à motiver suffisamment une conclusion vraiment universelle. Je crois donc devoir maintenir, en mécanique céleste, comme je l'ai déjà fait en géométrie céleste, la séparation tranchée que je me suis efforcé de rendre sensible, entre la notion de monde et celle d'univers, et la restriction fondamentale que j'ai tâché d'établir, pour nos études vraiment positives, à la seule considération des phénomènes intérieurs de notre système solaire. Il est d'ailleurs évident que j'indique ici une simple suspension de jugement; car, je suis loin d'avoir aucun motif direct pour que la loi de la gravitation cesse d'être vraie dans l'action mutuelle des soleils; ce qui ne saurait être, pour moi, une raison de l'y étendre positivement, si ce n'est comme moyen artificiel d'investigation. Malgré le fameux principe de la raison suffisante, l'absence de motifs de nier ne constitue certainement point le droit d'affirmer, sans aucune preuve directe. Les notions absolues me semblent tellement impossibles, que je n'oserais même nul-

l'étude mathématique de leur figure les précautions indispensables qui ont été possibles à l'égard de nos orbites planétaires?

lement garantir, quelque vraisemblance que j'y voie, la perpétuité nécessaire et inaltérable de la théorie de la gravitation, restreinte à l'intérieur de notre monde, si l'on venait un jour, ce qu'il est au reste bien difficile d'admettre, à perfectionner la précision de nos observations actuelles autant que nous l'avons fait comparativement à celles d'Hipparque. Mais, quand même cela pourrait jamais arriver, et qu'il fallût alors construire une autre loi de gravitation, il resterait éternellement vrai, de toute nécessité, que la loi actuelle satisfait aux observations en se contentant de la précision des secondes, angulaires ou horaires, propriété qui suffit pleinement sans doute à nos besoins réels. C'est ainsi que, malgré la nature nécessairement relative de nos connaissances positives, nos théories présentent, au milieu de leurs variations inévitables, et par leur subordination même aux faits observés, un caractère fondamental de stabilité réelle, propre à prévenir la vacillation de nos intelligences: comme je l'ai déjà indiqué ailleurs, au sujet de la figure de la terre.

Telles sont les considérations essentielles que je devais présenter sur la loi fondamentale de la gravitation, avant de passer à l'examen philosophique de l'immense perfectionnement qu'elle a

introduit dans la connaissance effective des phénomènes intérieurs de notre monde, surtout en dévoilant la véritable règle de leurs anomalies apparentes. On a dû remarquer, dans cette exposition, combien la conception newtonienne, abstraction faite des notions infiniment précieuses qu'elle nous a directement procurées, a perfectionné notre marche philosophique, combien elle a avancé l'éducation générale de la raison humaine.

Jusque alors l'esprit humain n'avait pu s'élever, dans la personne de notre grand Descartes, à une conception mécanique des phénomènes généraux, qu'en créant, sans aucune base positive, une vaste hypothèse sur leur mode de production. Cet ébranlement énergique était, sans doute, indispensable, comme je l'établirai spécialement dans la dernière partie de cet ouvrage, pour dégager définitivement notre intelligence des voies métaphysiques, qui l'avaient si long-temps poussée à la vaine recherche des notions absolues. Mais l'empire trop prolongé d'une telle conception eût entravé profondément le développement de l'esprit humain, en lui faisant user ses forces à la poursuite de théories essentiellement arbitraires. L'action philosophique de la découverte newtonienne est venue le lancer dans la véritable di-

rection positive, susceptible d'un progrès réel et indéfini. Elle a soigneusement conservé de Descartes l'idée fondamentale d'un mécanisme; mais en écartant définitivement, comme radicalement inaccessible à nos moyens, toute enquête de l'origine et du mode de production. Elle a montré, par un exemple admirable, comment, sans pénétrer dans l'essence des phénomènes, nous pouvions parvenir exactement à les lier et à les assimiler, de manière à atteindre, avec autant de précision que de certitude, le véritable but définitif de nos études réelles, une juste prévision des événemens, que des conceptions *à priori* sont nécessairement incapables de procurer.