

de vient surtout sensible quand on essaie de l'appliquer au cas le plus étendu et le plus important, à celui où les différens corps du système sont en mouvement les uns à l'égard des autres. En s'attachant à faire abstraction, aussi complètement que possible, des observations si connues et si variées qui nous font reconnaître alors l'exactitude physique de ce principe, il sera facile de constater qu'aucune considération rationnelle ne nous donne le droit de conclure *a priori* que le mouvement général ne fera naître aucun changement dans les mouvemens particuliers. Cela est tellement vrai, que lorsque Galilée a exposé pour la première fois cette grande loi de la nature, il s'est élevé de toutes parts une foule d'objections *a priori* tendant à prouver l'impossibilité rationnelle d'une telle proposition, qui n'a été unanimement admise, que lorsqu'on a abandonné le point de vue logique pour se placer au point de vue physique.

C'est donc seulement comme un simple résultat général de l'observation et de l'expérience que cette loi peut être en effet solidement établie. Mais, ainsi considérée, il est évident qu'aucune proposition de philosophie naturelle n'est fondée sur des observations aussi simples, aussi diverses, aussi multipliées, aussi faciles à vérifier. Il ne s'opère point dans le monde réel un seul phéno-

mène dynamique qui n'en puisse offrir une preuve sensible; et toute l'économie de l'univers serait évidemment bouleversée de fond en comble, si on supposait que cette loi n'existât plus. C'est ainsi, par exemple, que dans le mouvement général d'un vaisseau, quelque rapide qu'il puisse être et suivant quelque direction qu'il ait lieu, les mouvemens relatifs continuent à s'exécuter, sauf les altérations provenant du roulis et du tangage, exactement comme si le vaisseau était immobile, en se composant avec le mouvement total pour un observateur qui n'y participerait pas. De même, nous voyons continuellement le déplacement général d'un foyer chimique, ou d'un corps vivant, n'affecter en aucune manière les mouvemens internes qui s'y exécutent. C'est ainsi surtout, pour citer l'exemple le plus important, que le mouvement du globe terrestre ne trouble nullement les phénomènes mécaniques qui s'opèrent à sa surface ou dans son intérieur. On sait que l'ignorance de cette troisième loi du mouvement a été précisément le principal obstacle scientifique qui s'est opposé pendant si long-temps à l'établissement de la théorie de Copernic, contre laquelle une telle considération présentait alors, en effet, des objections insurmontables, dont les coperniciens n'avaient essayé de se dégager que par de vaines subtilités métaphysiques avant la décou-

verte de Galilée. Mais, depuis que le mouvement de la terre a été universellement reconnu, les géomètres l'ont présenté, avec raison, comme offrant lui-même une confirmation essentielle de la réalité de cette loi. Laplace a proposé à ce sujet une considération indirecte fort ingénieuse, que je crois utile d'indiquer ici, parce qu'elle nous montre le principe de l'indépendance des mouvemens sous la vérification d'une expérience continue et très-sensible. Elle consiste à remarquer que, si le mouvement général de la terre pouvait altérer en aucune manière les mouvemens particuliers qui s'exécutent à sa surface, cette altération ne saurait évidemment être la même pour tous ces mouvemens quelle que fût leur direction, et qu'ils en seraient nécessairement diversement affectés suivant l'angle plus ou moins grand que ferait cette direction avec celle du mouvement du globe. Ainsi, par exemple, le mouvement oscillatoire d'un pendule devrait alors nous présenter des différences très-considérables selon l'azimuth du plan vertical dans lequel il s'exécute, et qui lui donne une direction tantôt conforme, tantôt contraire, et fort inégalement contraire, à celle du mouvement de la terre; tandis que l'expérience ne nous manifeste jamais, à cet égard, la moindre variation, même en mesurant le phénomène avec l'extrême précision que

comporte, sous ce rapport, l'état actuel de nos moyens d'observation.

Afin de prévenir toute interprétation inexacte et toute application vicieuse de la troisième loi du mouvement, il importe de remarquer que, par sa nature, elle n'est relative qu'aux mouvemens de translation, et qu'on ne doit jamais l'étendre à aucun mouvement de rotation. Les mouvemens de translation sont évidemment, en effet, les seuls qui puissent être rigoureusement communs, pour le degré aussi bien que pour la direction, à toutes les diverses parties d'un système quelconque. Cette exacte parité ne saurait jamais avoir lieu quand il s'agit d'un mouvement de rotation; qui présente toujours nécessairement des inégalités entre les diverses parties du système, suivant qu'elles sont plus ou moins éloignées du centre de la rotation. C'est pourquoi tout mouvement de ce genre tend constamment à altérer l'état du système, et l'altère en effet si les conditions de liaison entre les diverses parties ne constituent pas une résistance suffisante. Ainsi, par exemple, dans le cas d'un vaisseau, ce n'est pas le mouvement général de progression qui peut troubler les mouvemens particuliers; le dérangement n'est dû qu'aux effets secondaires du roulis et du tangage, qui sont des mouvemens de rotation. Qu'une montre soit

simplement transportée dans une direction quelconque avec autant de rapidité qu'on voudra, mais sans tourner nullement, elle n'en sera jamais affectée; tandis qu'un médiocre mouvement de rotation suffira seul pour déranger promptement sa marche. La différence entre ces deux effets deviendrait surtout sensible, en répétant l'expérience sur un corps vivant. Enfin, c'est par suite d'une telle distinction, que nous ne saurions avoir aucun moyen de constater, par des phénomènes purement terrestres, la réalité du mouvement de translation de la terre, qui n'a pu être découvert que par des observations célestes; tandis que, relativement à son mouvement de rotation, il détermine nécessairement à la surface de la terre, vu l'inégalité de force centrifuge entre les différents points du globe, des phénomènes très-sensibles, quoique peu considérables, dont l'analyse pourrait suffire pour démontrer, indépendamment de toute considération astronomique, l'existence de cette rotation.

Le principe de l'indépendance ou de la coexistence des mouvemens étant une fois établi, il est facile de concevoir qu'il conduit immédiatement à la règle élémentaire ordinairement usitée pour ce qu'on appelle la *composition des forces*, qui n'est vraiment autre chose qu'une nouvelle manière de considérer et d'énoncer la troisième

loi du mouvement. En effet, la proposition du parallélogramme des forces, envisagée sous le point de vue le plus positif, consiste proprement en ce que, lorsqu'un corps est animé à la fois de deux mouvemens uniformes dans des directions quelconques, il décrit, en vertu de leur combinaison, la diagonale du parallélogramme dont il eût dans le même temps décrit séparément les côtés en vertu de chaque mouvement isolé. Or n'est-ce pas là évidemment une simple application directe du principe de l'indépendance des mouvemens, d'après lequel le mouvement particulier du corps le long d'une certaine droite n'est nullement troublé par le mouvement général qui entraîne parallèlement à elle-même la totalité de cette droite le long d'une autre droite quelconque? Cette considération conduit sur-le-champ à la construction géométrique énoncée par la règle du parallélogramme des forces. C'est ainsi que ce théorème fondamental de la mécanique rationnelle me paraît être présenté directement comme une loi naturelle, ou du moins comme une application immédiate d'une des plus grandes lois de la nature. Telle est, à mon gré, la seule manière vraiment philosophique d'établir solidement cette importante proposition; pour écarter définitivement tous les nuages métaphysiques dont elle est

encore environnée et la mettre complètement à l'abri de toute objection réelle. Toutes les prétendues démonstrations analytiques qu'on a successivement essayé d'en donner d'après des considérations purement abstraites, outre qu'elles reposent ordinairement sur une interprétation vicieuse et sur une fausse application du principe analytique de l'homogénéité, supposent d'ailleurs que la proposition est évidente par elle-même dans certains cas particuliers, quand les deux forces, par exemple, agissent suivant une même droite, évidence qui ne peut résulter alors que de l'observation effective de la loi naturelle de l'indépendance des mouvements, dont l'indispensabilité se trouve ainsi irrécusablement manifestée. Il serait étrange, en effet, pour quiconque envisage directement la question sous un point de vue philosophique, que, par de simples combinaisons logiques, l'esprit humain pût ainsi découvrir une loi réelle de la nature, sans consulter aucunement le monde extérieur.

Cette notion étant de la plus haute importance quant à la manière de concevoir la mécanique rationnelle, et s'écartant beaucoup de la marche habituellement adoptée aujourd'hui, je crois devoir la présenter encore sous un dernier point de vue qui achèvera de l'éclaircir, en montrant que,

malgré tous les efforts des géomètres pour eluder à cet égard l'emploi des considérations expérimentales, la loi physique de l'indépendance des mouvements reste implicitement, même de leur aveu unanime, une des bases essentielles de la mécanique, quoique présentée sous une forme différente et à une autre époque de l'exposition.

Il suffit, pour cela, de reconnaître que cette loi, au lieu d'être exposée directement dans l'étude des prolégomènes de la science, se retrouve plus tard admise par tous les géomètres, comme établissant le principe de la proportionnalité des vitesses aux forces, base nécessaire de la dynamique ordinaire.

Afin de saisir convenablement le vrai caractère de cette question, il faut remarquer que les rapports des forces peuvent être déterminés de deux manières différentes, soit par le procédé statique, soit par le procédé dynamique. En effet, nous ne jugeons pas toujours du rapport de deux forces d'après l'intensité plus ou moins grande des mouvements qu'elles peuvent imprimer à un même corps. Nous l'apprécions fréquemment aussi d'après de simples considérations d'équilibre mutuel, en regardant comme égales les forces qui, appliquées en sens contraire, suivant une même droite, se détruisent réciproquement, et ensuite comme double, triple, etc. d'une autre, la force

qui ferait équilibre à deux, trois, etc., forces égales à celle-ci, et toutes directement opposées à la seconde. Ce nouveau moyen de mesure est, en réalité, tout aussi usité que le précédent. Cela posé, la question consiste essentiellement à savoir si les deux moyens sont toujours et nécessairement équivalens, c'est-à-dire si, les rapports des forces étant d'abord seulement définis par la considération statique, il s'ensuivra, sous le point de vue dynamique, qu'elles imprimeront à une même masse des vitesses qui leur soient exactement proportionnelles. Cette corrélation n'est nullement évidente par elle-même; tout au plus peut-on concevoir *à priori* que les plus grandes forces doivent nécessairement donner les plus grandes vitesses. Mais l'observation seule peut décider si c'est à la première puissance de la force ou à toute autre fonction croissante que la vitesse est proportionnelle.

C'est pour déterminer quelle est, à cet égard, la véritable loi de la nature, que, de l'aven de tous les géomètres et particulièrement de Laplace, il faut considérer le fait général de l'indépendance ou de la coexistence des mouvemens. Il est facile de voir, d'après le raisonnement de Laplace, que la théorie de la proportionnalité des vitesses aux forces est une conséquence nécessaire et immédiate de ce fait général, appliqué à deux forces qui agissent dans la même direction. Car, si un

corps, en vertu d'une certaine force, a parcouru un espace déterminé suivant une certaine droite, et qu'on vienne à ajouter, selon la même direction, une seconde force égale à la première; d'après la loi de l'indépendance des mouvemens, cette nouvelle force ne fera que déplacer la totalité de la droite d'application d'une égale quantité dans le même temps, sans altérer le mouvement du corps le long de cette droite, en sorte que par la composition des deux mouvemens, ce corps aura effectivement parcouru un espace double de celui qui correspondait à la force primitive. Telle est la seule manière dont on puisse réellement constater la proportionnalité générale des vitesses aux forces, que je dois ainsi me dispenser de regarder comme une quatrième loi fondamentale du mouvement, puisqu'elle rentre dans la troisième.

Il est donc évident que, quand on a cru pouvoir se dispenser en mécanique du fait général de l'indépendance des mouvemens pour établir la loi fondamentale de la composition des forces, la nécessité de regarder cette proposition de philosophie naturelle comme une des bases indispensables de la science s'est reproduite inévitablement pour démontrer la loi non moins importante des forces proportionnelles aux vitesses, ce qui met cette nécessité hors de toute contestation. Ainsi

quel a été le résultat réel de tous les efforts intellectuels qui ont été tentés pour éviter d'introduire directement, dans les prolégomènes de la mécanique, cette observation fondamentale? seulement de paraître s'en dispenser en statique, et de ne la prendre évidemment en considération qu'aussitôt qu'on passe à la dynamique. Tout se réduit donc effectivement à une simple transposition. Il est clair qu'un résultat aussi peu important n'est nullement proportionné à la complication des procédés indirects qui ont été employés pour y parvenir, quand même ces procédés seraient logiquement irréprochables, et nous avons expressément reconnu le contraire. Il est donc, sous tous les rapports, beaucoup plus satisfaisant de se conformer franchement et directement à la nécessité philosophique de la science, et, puisqu'elle ne saurait se passer d'une base expérimentale, de reconnaître nettement cette base dès l'origine. Aucune autre marche ne peut rendre complètement positive une science qui, sans de tels fondemens, conserverait encore un certain caractère métaphysique.

Telles sont donc les trois lois physiques du mouvement qui fournissent à la mécanique rationnelle une base expérimentale suffisante, sur laquelle l'esprit humain, par de simples opérations logiques, et sans consulter davantage le monde exté-

rieur, peut solidement établir l'édifice systématique de la science. Quoique ces trois lois me semblent pouvoir suffire, je ne vois à priori aucune raison de n'en point augmenter le nombre, si on parvenait effectivement à constater qu'elles ne sont pas strictement complètes. Cette augmentation me paraîtrait un fort léger inconvénient pour la perfection rationnelle de la science, puisque ces lois ne sauraient jamais évidemment être très-multipliées; je regarderais comme préférable, en thèse générale, d'en établir une ou deux de plus, si, pour l'éviter, il fallait recourir à des considérations trop détournées, qui fussent de nature à altérer le caractère positif de la science. Mais l'ensemble des trois lois ci-dessus exposées remplit convenablement, à mes yeux, toutes les conditions essentielles réellement imposées par la nature des théories de la mécanique rationnelle. En effet, la première, celle de Képler, détermine complètement l'effet produit par une force unique agissant instantanément: la seconde, celle de Newton, établit la règle fondamentale pour la communication du mouvement par l'action des corps les uns sur les autres; enfin la troisième, celle de Galilée, conduit immédiatement au théorème général relatif à la composition des mouvemens. On conçoit, d'après cela, que toute la mécanique des mouvemens uniformes ou des

forces instantanées peut être entièrement traitée comme une conséquence directe de la combinaison de ces trois lois, qui, étant de leur nature extrêmement précises, sont évidemment susceptibles d'être aussitôt exprimées par des équations analytiques faciles à obtenir. Quant à la partie la plus étendue et la plus importante de la mécanique, celle qui en constitue essentiellement la difficulté, c'est-à-dire la mécanique des mouvemens variés ou des forces continues, on peut concevoir, d'une manière générale, la possibilité de la ramener à la mécanique élémentaire dont nous venons d'indiquer le caractère, par l'application de la méthode infinitésimale, qui permettra de substituer, pour chaque instant infiniment petit, un mouvement uniforme au mouvement varié, d'où résulteront immédiatement les équations différentielles relatives à cette dernière espèce de mouvemens. Il sera sans doute fort important d'établir directement et avec précision, dans les leçons suivantes, la manière générale d'employer une telle méthode pour résoudre les deux problèmes essentiels de la mécanique rationnelle, et de considérer soigneusement les principaux résultats que les géomètres ont ainsi obtenus relativement aux lois abstraites de l'équilibre et du mouvement. Mais il est, dès ce moment, évident que la science se trouve réellement fondée par l'ensemble des trois lois physi-

ques établies ci-dessus, et que tout le travail devient désormais purement rationnel, devant consister seulement dans l'usage à faire de ces lois pour la solution des différentes questions générales. En un mot, la séparation entre la partie nécessairement physique et la partie simplement logique de la science me semble pouvoir être ainsi nettement effectuée d'une manière exacte et définitive.

Pour terminer cet aperçu général du caractère philosophique de la mécanique rationnelle, il ne nous reste plus maintenant qu'à considérer sommairement les divisions principales de cette science, les divisions secondaires devant être envisagées dans les leçons suivantes.

La première et la plus importante division naturelle de la mécanique consiste à distinguer deux ordres de questions, suivant qu'on se propose la recherche des conditions de l'équilibre, ou l'étude des lois du mouvement, d'où la *statique*, et la *dynamique*. Il suffit d'indiquer une telle division, pour en faire comprendre directement la nécessité générale. Outre la différence effective qui existe évidemment entre ces deux classes fondamentales de problèmes, il est aisé de concevoir *à priori* que les questions de statique doivent être, en général, par leur nature, bien plus faciles à traiter que les questions de dyna-

mique. Cela résulte essentiellement de ce que, dans les premières, on fait, comme on l'a dit avec raison, *abstraction du temps* ; c'est-à-dire que, le phénomène à étudier étant nécessairement instantané, on n'a pas besoin d'avoir égard aux variations que les forces du système peuvent éprouver dans les divers instans successifs. Cette considération qu'il faut, au contraire, introduire dans toute question de dynamique, y constitue un élément fondamental de plus, qui en fait la principale difficulté. Il suit, en thèse générale, de cette différence radicale, que la statique tout entière, quand on la traite comme un cas particulier de la dynamique, correspond seulement à la partie de beaucoup la plus simple de la dynamique, à celle qui concerne la théorie des mouvemens uniformes, comme nous l'établirons spécialement dans la leçon suivante.

L'importance de cette division est bien clairement vérifiée par l'histoire générale du développement effectif de l'esprit humain. Nous voyons, en effet, que les anciens avaient acquis quelques connaissances fondamentales très-essentielles relativement à l'équilibre, soit des solides, soit des fluides, comme on le voit surtout par les belles recherches d'Archimède, quoiqu'ils fussent encore fort éloignés de posséder une statique rationnelle vraiment complète. Au contraire, ils

ignoraient entièrement la dynamique, même la plus élémentaire; la première création de cette science toute moderne est due à Galilée

Après cette division fondamentale, la distinction la plus importante à établir en mécanique consiste à séparer, soit dans la statique, soit dans la dynamique, l'étude des solides et celle des fluides. Quelque essentielle que soit cette division, je ne la place qu'en seconde ligne, et subordonnée à la précédente, suivant la méthode établie par Lagrange, car c'est, ce me semble, s'exagérer son influence que de la constituer division principale, comme on le fait encore dans les traités ordinaires de mécanique. Les principes essentiels de statique ou de dynamique sont, en effet, nécessairement les mêmes pour les fluides que pour les solides; seulement les fluides exigent d'ajouter aux conditions caractéristiques du système une considération de plus, celle relative à la variabilité de forme, qui définit généralement leur constitution mécanique propre. Mais, tout en plaçant cette distinction au rang convenable, il est facile de concevoir *à priori* son extrême importance, et de sentir, en général, combien elle doit augmenter la difficulté fondamentale des questions, soit dans la statique, soit surtout dans la dynamique. Car cette parfaite indépendance réciproque des molécules, qui caractérise les fluides, oblige de considérer sépa-



rément chaque molécule, et, par conséquent, d'envisager toujours, même dans le cas le plus simple, un système composé d'une infinité de forces distinctes. Il en résulte, pour la statique, l'introduction d'un nouvel ordre de recherches, relativement à la figure du système dans l'état d'équilibre, question très-difficile par sa nature, et dont la solution générale est encore peu avancée, même pour le seul cas de la pesanteur universelle. Mais la difficulté est encore plus sensible dans la dynamique. En effet, l'obligation où l'on se trouve alors strictement de considérer à part le mouvement propre de chaque molécule, pour faire une étude vraiment complète du phénomène, introduit dans la question, envisagée sous le point de vue analytique, une complication jusqu'à présent inextricable en général, et qu'on n'est encore parvenu à surmonter, même dans le cas très-simple d'un fluide uniquement mû par sa pesanteur terrestre, qu'à l'aide d'hypothèses fort précaires, comme celle de Daniel Bernouilli sur le parallélisme des tranches, qui altèrent d'une manière notable la réalité des phénomènes. On conçoit donc, en thèse générale, la plus grande difficulté nécessaire de l'hydrostatique, et surtout de l'hydrodynamique, par rapport à la statique et à la dynamique proprement dites, qui sont en effet bien plus avancées.

Il faut ajouter à ce qui précède, pour se faire

une juste idée générale de cette différence fondamentale, que la définition caractéristique par laquelle les géomètres distinguent les solides et les fluides en mécanique rationnelle, n'est véritablement, à l'égard des uns comme à l'égard des autres, qu'une représentation exagérée, et, par conséquent, strictement infidèle de la réalité. En effet, quant aux fluides principalement, il est clair que leurs molécules ne sont point réellement dans cet état rigoureux d'indépendance mutuelle où nous sommes obligés de les supposer en mécanique, en les assujétissant seulement à conserver entre elles un volume constant s'il s'agit d'un liquide, ou, s'il s'agit d'un gaz, un volume variable suivant une fonction donnée de la pression, par exemple, en raison inverse de cette pression, d'après la loi de Mariotte. Un grand nombre de phénomènes naturels sont, au contraire, essentiellement dus à l'adhérence mutuelle des molécules d'un fluide, liaison qui est seulement beaucoup moindre que dans les solides. Cette adhésion, dont on fait abstraction pour les fluides mathématiques, et qu'il semble, en effet, presque impossible de prendre convenablement en considération, détermine, comme on sait, des différences très-sensibles entre les phénomènes effectifs et ceux qui résultent de la théorie, soit pour la statique, soit surtout, pour la

dynamique, par exemple relativement à l'écoulement d'un liquide pesant par un orifice déterminé, où l'observation s'écarte notablement de la théorie quant à la dépense de liquide en un temps donné.

Quoique la définition mathématique des solides se trouve représenter beaucoup plus exactement leur état réel, on a cependant plusieurs occasions de reconnaître la nécessité de tenir compte en certains cas de la possibilité de séparation mutuelle qui existe toujours entre les molécules d'un solide, si les forces qui leur sont appliquées, acquièrent une intensité suffisante, et dont on fait complètement abstraction en mécanique rationnelle. C'est ce qu'on peut aisément constater surtout dans la théorie de la rupture des solides, qui, à peine ébauchée par Galilée, par Huyghens, et par Leibnitz, se trouve aujourd'hui dans un état fort imparfait et même très-précaire, malgré les travaux de plusieurs autres géomètres, et qui néanmoins serait importante pour éclairer plusieurs questions de mécanique terrestre, principalement de mécanique industrielle. On doit pourtant remarquer, à ce sujet, que cette imperfection est à la fois beaucoup moins sensible et bien moins importante que celle ci-dessus notée, relativement à la mécanique des fluides. Car elle se trouve ne pouvoir nullement influer sur les

questions de mécanique céleste, qui constituent réellement, comme nous avons eu plusieurs occasions de le reconnaître, la principale application, et probablement la seule qui puisse être jamais vraiment complète, de la mécanique rationnelle.

Enfin nous devons encore signaler, en thèse générale, dans la mécanique actuelle, une lacune, secondaire il est vrai, mais qui n'est pas sans importance, relativement à la théorie d'une classe de corps qui sont dans un état intermédiaire entre la solidité et la fluidité rigoureuses, et qu'on pourrait appeler semi-fluides, ou semi-solides: tels sont, par exemple, d'une part, les sables, et, d'une autre part, les fluides à l'état gélatineux. Il a été présenté quelques considérations rationnelles au sujet de ces corps, sous le nom de *fluides imparfaits*, surtout relativement à leurs surfaces d'équilibre. Mais leur théorie propre n'a jamais été réellement établie d'une manière générale et directe.

Tels sont les principaux aperçus généraux que j'ai cru devoir indiquer sommairement pour faire apprécier le caractère philosophique qui distingue la mécanique rationnelle, envisagée dans son ensemble. Il s'agit maintenant, en considérant sous le même point de vue philosophique la composition effective de la science, d'apprécier comment, par les importants travaux successifs

des plus grands géomètres, cette seconde section générale si étendue, si essentielle, et si difficile de la mathématique concrète, a pu être élevée à cet éminent degré de perfection théorique qu'elle a atteint de nos jours dans l'admirable traité de Lagrange, et qui nous présente toutes les questions abstraites qu'elle est susceptible d'offrir, ramenées, d'après un principe unique, à ne plus dépendre que de recherches purement analytiques, comme nous l'avons déjà reconnu pour les problèmes géométriques. Ce sera l'objet des trois leçons suivantes; la première consacrée à la *statique*, la seconde à la *dynamique*, et la troisième, à l'examen des théorèmes généraux de la mécanique rationnelle.

## SEIZIÈME LEÇON.

SOMMAIRE. Vue générale de la statique.

L'ensemble de la mécanique rationnelle peut être traité d'après deux méthodes générales essentiellement distinctes et inégalement parfaites, suivant que la statique est conçue d'une manière directe, ou qu'elle est considérée comme un cas particulier de la dynamique. Par la première méthode, on s'occupe immédiatement de découvrir un principe d'équilibre suffisamment général, qu'on applique ensuite à la détermination des conditions d'équilibre de tous les systèmes de forces possibles. Par la seconde, au contraire, on cherche d'abord quel serait le mouvement résultant de l'action simultanée des diverses forces quelconques proposées, et on en déduit les relations qui doivent exister entre ces forces pour que ce mouvement soit nul.