

entreprendre directement une mesure géométrique, dont la certitude serait d'ailleurs si supérieure. En principe, comme je l'ai remarqué dans une autre occasion, une mesure quelconque est d'autant plus précaire qu'elle est plus indirecte. Néanmoins, en renonçant à tout parallèle entre ce mode de nivellement et le mode géométrique, il conserve une valeur très réelle pour multiplier commodément nos renseignements généraux sur le relief du globe terrestre. Je regrette seulement que la vérification n'en ait pas encore été convenablement instituée. En cette occasion, comme en bien d'autres plus importantes, les physiciens se sont jusqu'ici beaucoup trop subalternisés envers les géomètres.

Tel est essentiellement, en aperçu, l'ensemble de la barologie statique. Pour la compléter, il faudrait maintenant considérer les modifications importantes qu'éprouvent ses lois générales, à l'égard des petites masses fluides, en vertu de l'imparfaite fluidité des liquides et des gaz. Elles consistent surtout dans une élévation notable (quelquefois changée en dépression), relativement à la surface ordinaire d'équilibre, pour les filets liquides contenus dans des tubes très étroits : on les a encore peu étudiées sur les gaz. C'est donc ici, à mes yeux, le lieu naturel de la théorie de la

capillarité. Plusieurs physiciens l'ont déjà placée ainsi, mais par des motifs indépendans de la nature des phénomènes, et seulement relatifs à leur mode actuel d'explication, en vertu d'une vague analogie entre la pesanteur, rattachée à l'*attraction* universelle, et la force moléculaire à laquelle on attribue ces effets remarquables. J'avoue qu'un tel rapprochement me touche peu, car il me paraît reposer essentiellement sur l'emploi du malheureux mot *attraction* pour désigner la pesanteur générale : supprimez cette expression abusive, dont j'ai signalé, dans la vingt-quatrième leçon, les graves inconvéniens, il n'y aura plus aucune assimilation à établir entre la gravité et la capillarité, leurs phénomènes étant réellement antagonistes. C'est donc seulement parce que les effets capillaires consistent dans une altération notable des lois fondamentales de la pesanteur, que leur étude me paraît devoir être classée comme un complément naturel et indispensable de la barologie proprement dite.

Quant au fond de la question à cet égard, c'est-à-dire, quant à la théorie actuelle de ces phénomènes, je dois déclarer, quoique je ne puisse me livrer ici à son examen spécial, que, malgré l'imposante apparence d'exactitude dont Laplace l'a revêtue en y déployant un si grand luxe analytique, elle

m'a toujours paru fort peu satisfaisante, à cause de son caractère vague, obscur, et même, au fond, essentiellement arbitraire. Clairaut, pour ainsi dire en se jouant, avait imaginé l'idée principale de cette explication, sans y attacher une grande importance : Laplace, en voulant lui donner une consistance mathématique et une précision qu'elle ne comportait pas, n'a fait que rendre ses vices plus prononcés, aux yeux de quiconque ne se laisse point fasciner par un vain appareil algébrique. Cette force mystérieuse et indéterminée, évidemment créée pour le besoin de l'explication, et qui, par sa définition même, échappe nécessairement à tout contrôle réel, cette force dont l'intervention cesse ou reparaît presque à volonté, à laquelle on ajoute ou l'on retranche des qualités essentielles pour la faire correspondre aux phénomènes, ne serait-elle pas réellement une pure entité? Cette théorie a-t-elle sensiblement perfectionné l'étude de la capillarité, dont les progrès sont presque nuls depuis plus d'un demi-siècle? La principale loi numérique des phénomènes capillaires, celle des hauteurs inversement proportionnelles aux diamètres des différens tubes, était parfaitement connue long-temps avant cette théorie, qui n'a rien produit de semblable. Sa prépondérance n'aurait-elle point, au

contraire, en ces derniers temps, attiédi le zèle des physiciens pour une exploration directe, menacée d'avance d'un accueil peu encourageant, si elle ne venait point confirmer les prescriptions analytiques? Si, par exemple, nous connaissons trop peu encore l'influence de la chaleur et de l'électricité sur l'action capillaire, n'est-ce point à une telle cause qu'on doit l'attribuer en grande partie?

Quoi qu'il en soit, l'étude réelle de ces phénomènes est en elle-même du plus haut intérêt. Indépendamment de son utile application pour augmenter la précision de plusieurs instrumens importans, elle occupe directement, en philosophie naturelle, un rang très éminent, en vertu du rôle fondamental de la capillarité dans l'ensemble des phénomènes physiologiques, comme leur examen général nous le démontrera. Les effets remarquables découverts par M. Dutrochet, sous les noms d'*endosmose* et d'*exosmose*, viennent s'y rattacher spontanément : c'est l'action capillaire envisagée en surface, au lieu de la simple capillarité linéaire, jusque alors étudiée par les physiciens.

Considérons maintenant, dans son ensemble, la seconde partie principale de la barologie, celle qui concerne les lois des mouvemens des corps pesans, et en premier lieu des solides.

La belle observation fondamentale relative à la chute identique de tous les corps dans le vide, a d'abord établi irrévocablement une dernière notion élémentaire sur la pesanteur, celle de la proportionnalité nécessaire entre les poids et les masses, qui manquait encore essentiellement à la barologie statique. Les phénomènes de pur équilibre pouvaient, à la rigueur, suffire à la dévoiler, mais d'une manière beaucoup moins frappante, par une analyse convenable des effets du choc, qui, permettant d'évaluer directement les rapports de deux masses, auraient ainsi conduit à reconnaître son égalité avec celui de leurs poids. Après cette notion préliminaire, nous devons surtout examiner ici la découverte des lois fondamentales propres aux mouvemens produits par la gravité. Non-seulement c'est par là que la physique réelle a dû être historiquement créée; mais cette étude nous offre encore, à tous égards, le plus parfait exemple de la manière de philosopher qui convient à cette science.

L'accélération naturelle de la chute des corps pesans n'avait point échappé au génie si avancé d'Aristote, celui de tous les anciens penseurs qui fut le moins éloigné de la philosophie positive, quoiqu'on lui doive la coordination de la philosophie métaphysique. Mais l'ignorance des prin-

cipes élémentaires de la dynamique rationnelle ne pouvait évidemment permettre de découvrir alors la vraie loi de ce phénomène. L'hypothèse d'Aristote, qui consiste à faire croître la vitesse proportionnellement à l'espace parcouru, pouvait être regardée comme plausible tant que la théorie générale des mouvemens variés n'était point formée. Aussi est-ce surtout cette création capitale, provoquée par les difficultés propres au problème de la chute des corps, qui constitue la gloire immortelle du grand Galilée. Cette théorie, indiquée dans le premier volume de cet ouvrage, rend aussitôt palpable l'absurdité de l'hypothèse d'Aristote, en montrant, avec une pleine évidence, d'après une intégration fort élémentaire, qu'une telle loi de mouvement équivaldrait mathématiquement à supposer l'intensité de la pesanteur graduellement croissante, pendant la chute, en raison de l'espace parcouru. Pour procéder, d'après cette théorie générale, à la découverte de la loi véritable, Galilée dut naturellement supposer que la gravité conservait toujours la même énergie, et il reconnut dès lors que la vitesse et l'espace étaient nécessairement proportionnels, l'un au temps écoulé, l'autre à son carré. La vérification expérimentale pouvait être instituée de deux manières, également décisives, que Galilée fit connaître :

soit par l'observation immédiate de la chute ordinaire, soit en ralentissant à volonté la chute à l'aide d'un plan suffisamment incliné, sans que la loi essentielle pût en être altérée, sauf les précautions nécessaires pour atténuer l'influence du frottement. Atwood a imaginé plus tard un instrument fort ingénieux, qui permet de ralentir indifféremment la chute, tout en la laissant verticale, en obligeant une petite masse à en mouvoir une très grande : ce qui permet de vérifier commodément, sous tous les points de vue, la loi de Galilée.

Parmi les contestations innombrables que suscita d'abord cette grande découverte, la seule qui mérite aujourd'hui quelque attention est la discussion élevée par Baliani, qui prétendait substituer à la loi de Galilée une hypothèse peu différente en apparence, quoique radicalement inadmissible. Les espaces décrits par le corps, dans chaque seconde successive, doivent croître réellement comme la suite des nombres impairs, et c'est sous cette forme que Galilée avait présenté sa loi. Or, Baliani voulait remplacer cette progression par la série naturelle de tous les nombres entiers. A une époque où la dynamique était encore si peu connue, une telle concurrence pouvait être fort spécieuse, et la discussion se

serait, en effet, long-temps prolongée, si l'on n'en eût appelé à l'expérience, qui condamna aussitôt Baliani. Car, cette hypothèse correspond, en effet, comme celle de Galilée, à une intensité constante de la pesanteur. Le seul caractère qui les distingue rationnellement consiste en ce que, suivant Galilée, la vitesse peut être aussi petite qu'on voudra, en choisissant une durée assez courte, tandis que, d'après Baliani, il y aurait toujours un *minimum* de vitesse très appréciable, indépendamment du temps écoulé, et qui devrait être instantanément imprimé au corps dès l'origine du mouvement : ce qui eût suffi sans doute pour renverser immédiatement une telle hypothèse, si la validité de cette déduction mathématique avait pu être d'abord bien sentie.

Par cette seule loi de Galilée, tous les problèmes relatifs au mouvement des corps pesans rentrent aussitôt dans le domaine de la dynamique rationnelle dont, au dix-septième siècle, ils provoquèrent la formation sous les divers rapports fondamentaux, comme, au dix-huitième siècle, les questions de mécanique céleste déterminèrent son développement général. En ce qui concerne le mouvement de translation du corps libre dans l'espace, cette étude est essentiellement due à Galilée lui-même, qui établit la théorie du mou-

vement curviligne des projectiles, abstraction faite de la résistance de l'air. Les tentatives fréquemment renouvelées depuis par les géomètres pour y tenir compte de cette résistance, n'ont pas eu encore un résultat physique satisfaisant. Toutefois, il importe de noter ici combien, dans ces travaux, on s'est strictement conformé à l'esprit de la saine théorie des hypothèses, en se bornant à faire une supposition sur la loi mathématique de la résistance du milieu, relativement à la vitesse, dans l'impossibilité où l'on se trouve encore, et où l'on sera peut-être toujours, de découvrir rationnellement cette loi, par les seuls principes de l'hydrodynamique, dont une telle recherche constitue le problème le plus difficile. Une semblable supposition est, en effet, éminemment susceptible, par sa nature, d'une épreuve expérimentale qui ne saurait laisser aucune incertitude; et c'est ainsi qu'on a successivement reconnu l'imperfection de toutes les hypothèses jusqu'ici proposées à cet égard, depuis Newton, à qui l'on doit la première et la plus usuelle d'entre elles. La construction rationnelle de ces conjectures présente en elle-même de grandes difficultés, pour concilier ces deux conditions qui semblent contradictoires, et qui sont néanmoins également indispensables : faire toujours décroître la résis-

VINGT-NEUVIÈME LEÇON.

Considérations générales sur la barologie.

Nous savons déjà, d'après le discours précédent, que cette étude fondamentale constitue réellement aujourd'hui, vu la généralité et la simplicité de ses phénomènes, la seule partie de la physique dont le caractère de positivité soit parfaitement pur, c'est-à-dire irrévocablement dégagé de tout alliage métaphysique, direct ou indirect. Ainsi, indépendamment de la haute importance propre aux lois effectives qui la composent, cette première branche présente à tout esprit philosophique un puissant attrait spécial, comme offrant le modèle le plus parfait (quoique inférieur, sans doute, au type astronomique) et en même temps le plus immédiat et le plus complet, de la méthode fondamentale convenable aux recherches physiques, envisagée sous tous les rapports généraux qui la caractérisent, savoir : la netteté des observations, la bonne institution des expériences, la saine construction et l'usage rationnel des hy-