

## LIVRE II

PESANTEUR ET FORCES MOLÉCULAIRES.

### CHAPITRE PREMIER.

EFFETS GÉNÉRAUX DE LA PESANTEUR.

36. **Attraction universelle, ses lois.** — L'*attraction universelle* est une force en vertu de laquelle tous les corps de l'univers tendent sans cesse les uns vers les autres.

On admet que cette force est une propriété générale inhérente à la matière. Elle agit sur tous les corps, qu'ils soient en repos ou en mouvement. Elle est toujours réciproque entre eux, et s'exerce à toutes les distances, ainsi qu'à travers toutes les substances.

L'attraction universelle prend le nom de *gravitation*, lorsqu'elle s'exerce entre les astres; celui de *pesanteur*, quand on considère l'attraction que la terre exerce sur les corps pour les faire tomber; tandis qu'on donne le nom d'*attraction moléculaire* à la force qui lie entre elles les molécules des corps. On va voir ci-après quelles sont les lois de la gravitation et de la pesanteur, mais on ignore celles de l'attraction moléculaire.

Les philosophes de l'antiquité, Démocrite, Épicure, avaient adopté l'hypothèse d'une tendance de la matière vers des centres communs sur la terre et sur les astres. Képler admit une attraction réciproque entre le soleil, la terre et les autres planètes. Bacon, Galilée, Hooke, ont également reconnu une attraction universelle; mais c'est Newton qui, le premier, a déduit des lois de Képler sur le mouvement des planètes, que la gravitation est une loi générale de la nature, et que *tous les corps s'attirent entre eux en raison composée des masses et en raison inverse du carré des distances*.

Depuis Newton, l'attraction de la matière par la matière a été démontrée expérimentalement par Cavendish, célèbre chimiste et physicien anglais, mort au commencement de ce siècle. Ce savant, au moyen d'un appareil qu'on nomme *balance de Cavendish*, et qui n'est autre chose qu'une balance de torsion (70), est parvenu

à rendre sensible l'attraction exercée par une grosse boule de plomb sur une petite sphère de cuivre.

37. **Pesanteur.** — La pesanteur est la force en vertu de laquelle les corps abandonnés à eux-mêmes *tombent*, c'est-à-dire se dirigent vers le centre de la terre. Cette force, qui n'est qu'un cas particulier de l'attraction universelle, est due à l'attraction réciproque qui s'exerce entre la masse de la terre et celle des corps.

Ainsi que la gravitation universelle, la pesanteur agit en raison inverse du carré de la distance et proportionnellement à la masse. Elle s'exerce sur tous les corps, dans quelques conditions qu'ils se trouvent; et si quelques-uns, comme les nuages, la fumée, semblent s'y soustraire en s'élevant dans l'atmosphère, on verra bientôt (161) qu'il faut en rapporter la cause à la pesanteur même.

38. **Direction de la pesanteur, verticale et horizontale.** — Lorsque les molécules d'une sphère matérielle agissent par attraction, en raison inverse du carré de la distance, sur une molécule située hors de cette sphère, on démontre, en mécanique rationnelle, que la résultante de toutes ces attractions est la même que si toutes les molécules de la sphère étaient condensées à son centre. Il résulte de ce principe qu'en chaque point de la surface du globe, l'attraction de la terre est dirigée vers son centre. Toutefois l'aplatissement de la terre aux pôles, la non-homogénéité de ses parties, les inégalités de sa surface, sont autant de causes qui peuvent changer la direction de la pesanteur, mais d'une quantité peu sensible.

On nomme *verticale*, la direction de la pesanteur, c'est-à-dire la ligne droite que suivent les corps en tombant. Sur tous les points du globe, les verticales convergeant sensiblement vers le centre, leur direction change d'un lieu à un autre; mais, pour des points peu distants les uns des autres, tels que les molécules d'un même corps ou de corps voisins, on regarde les verticales comme rigoureusement parallèles; en effet, le rayon moyen de la terre, c'est-à-dire celui qui correspond à la latitude de 45°, étant de 6 367 400 mètres, les angles de ces verticales entre elles sont insensibles. Toutefois, pour deux points éloignés l'un de l'autre, l'angle n'est pas négligeable. Il est d'environ 2° 12' entre les verticales de Paris et de Dunkerque, et de 7° 28' entre celles de Paris et de Barcelone. Quant à la détermination de l'angle ainsi formé par les verticales de deux lieux différents, elle se fait en observant, de chacun de ces lieux, une même étoile, et mesurant l'angle que le rayon visuel fait avec la verticale. La différence des angles trouvés est l'angle des deux verticales entre elles.

On entend par *ligne horizontale, plan horizontal*, une ligne, un plan perpendiculaires à la verticale.



39. **Fil à plomb.** — La verticale en un lieu quelconque se détermine par le *fil à plomb*. On nomme ainsi un fil auquel est suspendue une petite balle de plomb (fig. 7). Ce fil, étant fixé par son extrémité supérieure et abandonné à lui-même, prend naturellement la direction de la verticale; car on verra bientôt qu'un corps



Fig. 7.

qui n'a qu'un point d'appui, ne peut être en équilibre qu'autant que son centre de gravité et le point d'appui sont situés sur une même verticale (43).

Le fil à plomb ne peut indiquer si la direction de la pesanteur en un lieu est constante. En effet, si l'on observait que le fil à plomb d'abord parallèle au mur d'un édifice, par exemple, a cessé de l'être, on ne saurait dire si c'est la pesanteur qui a changé de direction, ou si c'est le mur qui s'est incliné. Mais en traitant des propriétés des liquides, nous verrons que leur surface ne peut demeurer horizontale, ou *être de niveau*, qu'autant qu'elle est perpendiculaire à la direction de la pesanteur (86).

Par conséquent, si celle-ci changeait, il en serait de même du niveau des mers. La stabilité de ce niveau est donc une preuve que la direction de la pesanteur est constante.

Toutefois, près d'une grande masse de matière, comme une montagne, le fil à plomb est dévié: la Condamine et Bouguer ont constaté que la montagne le Chimborazo imprime au fil à plomb une déviation de 7",5.

## CHAPITRE II.

DENSITÉ, POIDS, CENTRE DE GRAVITÉ, BALANCES.

40. **Densité absolue et densité relative.** — La *densité* d'un corps est sa masse sous l'unité de volume (4). On ne peut dire quelle est la *densité absolue*, c'est-à-dire la quantité réelle de matière qu'un corps renferme; on ne peut déterminer que sa *densité relative*, c'est-à-dire la quantité de matière qu'il contient, à volume égal, par rapport à un autre corps pris pour terme de comparaison. Ce corps, pour les solides et les liquides, est l'eau distillée, prise à 4 degrés au-dessus de zéro; pour les gaz, c'est l'air. Par conséquent, quand on dit que la densité du zinc est 7, cela signifie que, sous le même volume, ce métal contient 7 fois plus de matière que l'eau.

En représentant par V le volume d'un corps, par M sa masse absolue, et par D sa quantité de matière sous l'unité de volume, c'est-à-dire sa densité absolue, il est

évident que la quantité totale de matière contenue dans le volume V est V fois D; d'où  $M = VD$ . De cette égalité on tire  $D = \frac{M}{V}$ ; d'où l'on peut dire encore que la *densité absolue d'un corps est le rapport de sa masse à son volume*.

41. **Poids.** — On distingue, dans tout corps, le *poids absolu*, le *poids relatif* et le *poids spécifique*.

Le *poids absolu* d'un corps est la pression qu'il exerce sur l'obstacle qui l'empêche de tomber. Cette pression n'est autre chose que la résultante des actions de la pesanteur sur chacune des molécules du corps; d'où il résulte qu'elle est d'autant plus grande, que le corps contient plus de matière: ce qu'on exprime en disant que le *poids d'un corps est proportionnel à sa masse*.

Le *poids relatif* d'un corps est celui qui se détermine au moyen de la balance; c'est le rapport du poids absolu du corps à un autre poids déterminé qu'on a choisi pour unité. Dans le système métrique, cette unité est le gramme. Ainsi, quand on trouve qu'un corps pèse 58 grammes, 58 est son poids relatif. En adoptant une autre unité, le poids relatif changerait, mais le poids absolu serait le même.

Enfin, le *poids spécifique* d'un corps est le rapport de son poids sous un certain volume, à celui d'un égal volume d'eau distillée et à 4 degrés au-dessus de zéro. Par exemple, si l'on dit que le poids spécifique du zinc est 7, cela exprime qu'à volume égal le zinc pèse 7 fois plus que l'eau distillée, prise à 4 degrés.

Le poids des corps, à volume égal, étant proportionnel à leur masse, il en résulte que si un corps contient deux, trois fois plus de matière que l'eau, il doit être deux, trois fois plus pesant; par conséquent, le rapport entre les poids, ou le poids spécifique, doit être le même que le rapport entre les masses, ou la densité relative. C'est pourquoi les expressions *densité relative* et *poids spécifique* sont souvent regardées comme équivalentes. Toutefois, si la pesanteur était détruite, il n'y aurait plus ni poids absolu ni poids relatif, tandis qu'il y aurait toujours lieu de considérer les densités. Celles-ci ne pourraient se déterminer alors par la balance; mais on a vu (35) que le rapport des masses est le même que le rapport des forces qui imprimeraient à ces masses une même vitesse dans le même temps, ce qui permettrait encore de déterminer les densités.

On a vu également (35) que la masse d'un corps est égale au rapport constant de la force qui le sollicite à l'accélération de vitesse qu'elle lui imprime; si donc on représente par P le poids absolu d'un corps, c'est-à-dire la force qui tend à le faire tomber, par g l'accélération de vitesse que la pesanteur lui imprime, accélération qui peut être prise pour intensité de cette force, enfin par M la masse du corps, on a

$$\frac{P}{g} = M, \text{ d'où } P = Mg.$$