

LIVRE SECOND.

Où l'on fait voir , par des exemples , comment l'évidence de fait et l'évidence de raison concourent à la découverte de la vérité.

CHAPITRE PREMIER.

Du mouvement et de la force qui le produit.

LE mouvement , c'est-à-dire le transport d'un corps d'un lieu dans un autre , est le premier phénomène qui nous frappe ; il est partout , il est toujours.

L'idée de lieu suppose un espace qui renferme l'univers , et le lieu de chaque corps est la partie qu'il occupe dans cet espace.

Nous ne pouvons pas observer le lieu absolu des corps ; nous ne voyons que la

situation où ils sont les uns à l'égard des autres , c'est-à-dire que nous n'en voyons que le lieu relatif.

Il ne nous est pas possible de connaître le mouvement absolu. Immobiles dans ce cabinet , nous sommes dans le même lieu par rapport à la terre ; mais nous passons continuellement d'un lieu absolu dans un autre , puisque nous sommes transportés avec la terre qui tourne sur son axe et autour du soleil. Imaginez-vous que la terre est un vaisseau dont cette chambre fait une partie ; vous conclurez de cette considération , que tout ce que nous pouvons dire du mouvement et du repos , doit s'entendre du mouvement et du repos relatifs.

Mais quoique nous ne connaissions ni le mouvement , ni le repos absolu , c'est autre chose d'être immobile sur la terre , et autre chose d'y être en mouvement : or quelle est la cause de ces phénomènes ?

Quand vous remuez un corps , quand vous changez vous-même de place , la cause de ce mouvement est accompagnée en vous d'un sentiment qui vous fait re-

marquer quelque chose qui agit et quelque chose qui résiste à l'action. Vous donnez à ce quelque chose qui agit le nom de *force*, et à ce qui résiste le nom d'*obstacle*. Dès lors vous vous représentez l'idée de force comme relatif à l'idée d'obstacle, et vous ne concevez plus que la force fût nécessaire, s'il n'y avait point de résistance à vaincre.

Cependant le sentiment ne vous apprend point quelle est cette cause qui produit votre mouvement : si vous y faites attention, vous reconnaîtrez que vous sentez plutôt le mouvement, que la cause qui le produit.

Or si vous ne savez pas ce qui produit en vous le mouvement, vous êtes bien loin de savoir ce qui le produit dans des corps auxquels vous ne sauriez attribuer rien de semblable à ce que vous sentez.

Dès le premier pas nous sommes donc obligés de reconnaître notre ignorance. Nous sommes sûrs que le mouvement existe, qu'il a une cause, mais cette cause nous l'ignorons. Rien n'empêche néanmoins que nous ne lui donnions un nom : c'est

pourquoi nous lui conserverons celui de *force*.

La vitesse est la promptitude avec laquelle un corps se transporte successivement dans l'espace. Par là, vous sentez que nous ne pouvons juger de la vitesse que par l'espace parcouru dans un temps déterminé; et vous jugerez la vitesse de A, double de celle de B, si, pendant le même intervalle de temps, il parcourt un espace double.

Vous n'aurez donc des idées exactes de la vitesse, qu'autant que vous en aurez de l'espace et du temps. Mais qu'est-ce que le temps et l'espace? Ce sont deux choses, monseigneur, sur lesquelles les philosophes ont dit bien des absurdités.

Il n'est pas douteux que nous n'ayons par les sens l'idée de l'étendue des corps, c'est-à-dire, d'une étendue colorée, palpable, etc. Il n'est pas douteux encore que nous ne puissions, par une abstraction, séparer de cette étendue toutes les qualités visibles, tactiles, etc.; il nous reste donc l'idée d'une étendue toute différente de celle des corps : c'est ce qu'on nomme *espace*.

Les qualités tactiles que nous sentons dans les corps, nous les représentent comme impénétrables, c'est-à-dire, comme ne pouvant pas occuper un même lieu, comme étant nécessairement les uns hors des autres. En retranchant ces qualités par une abstraction, il nous reste un espace pénétrable, dans lequel les corps paraissent se mouvoir.

Mais de ce que nous nous formons l'idée de cet espace, ce n'est pas une preuve qu'il existe; car rien ne peut nous assurer que les choses soient hors de nous telles que nous les imaginons par abstraction.

Cependant le mouvement, tel que nous le concevons, est démontré impossible, si tout est plein. Comment donc nous tirer de ces difficultés? En avouant notre ignorance, monseigneur, en avouant que nous ne connaissons ni le vide ni le plein. En effet, comment en aurions-nous une idée exacte? Nous ne saurions dire ce que c'est que l'étendue.

Nous n'en savons pas davantage sur le temps: nous ne jugeons de la durée que par la succession de nos idées; mais cette

succession n'a rien de fixe. Si, transportant cette succession hors de nous, nous l'attribuons à tous les êtres qui existent, nous ne savons pas ce que nous leur attribuons. Nous nous représentons cependant une éternité qui n'a ni commencement ni fin; mais les parties de cette durée ne sont-elles que des instans indivisibles? comment donc forment-elles une durée? Et si elles durent, comment durent-elles elles-mêmes? Tout cela est incompréhensible. Nous ne saurions faire de la durée et de l'étendue qu'avec de la durée et de l'étendue: c'est-à-dire, que nous n'en saurions faire.

Comme en séparant de l'étendue toutes les qualités sensibles, on se fait l'idée de l'espace; en conservant à l'étendue l'impénétrabilité, on se fait l'idée de la matière, c'est-à-dire de quelque chose d'uniforme dont tous les corps sont composés. Ce n'est encore là qu'une idée abstraite et nous n'en savons pas mieux ce que c'est que la matière.

Étendue, matière, corps, espace, temps, force, mouvement, vitesse, sont autant de choses dont la nature nous est tout-à-fait

cachée : nous ne les connaissons que comme ayant des rapports entre elles et avec nous. C'est de la sorte qu'il les faut considérer, si nous voulons conserver l'évidence dans nos raisonnemens.

Les philosophes ont été de tout temps sujets à réaliser leurs abstractions; c'est-à-dire, à supposer, sans fondement, que les choses ressemblent exactement aux idées qu'ils s'en font. C'est ainsi, par exemple, que transportant au dehors cette force et cette résistance que nous sentons, ils ont cru se faire une idée de ce qui est dans les corps, et, en raisonnant sur cette force, ils ont cru raisonner sur une idée exacte. De là sont nées des disputes de mot et des absurdités sans nombre. Je ne vous arrêterai point sur toutes ces erreurs : nous avons des études, dont il est plus important de nous occuper.

CHAPITRE II.

Observations sur le mouvement.

1^o. **U**N corps persévère dans son état de repos, à moins que quelque cause ne l'oblige à changer de lieu, c'est-à-dire, à avoir d'autres relations avec les corps environnans, à en être plus ou moins distant ; car le lieu ne doit être considéré que sous ce rapport, et jamais absolument.

C'est là un fait dont nous ne pouvons pas douter ; car nous voyons qu'un corps en repos n'est mis en mouvement, qu'autant qu'une cause étrangère agit sur lui : il faut s'arrêter là. Les philosophes vous diront qu'il est de la nature d'un corps en repos de rester en repos, et qu'il y a en lui une force par laquelle il résiste au mouvement ; ils le diront, parce qu'ils sentent l'effort qu'ils sont obligés de faire toutes les fois qu'ils veulent transporter quelque chose. Mais quelle idée faut-il se faire de

cette nature et de cette force résistante ? C'est à quoi ils n'ont rien à répondre.

2°. Un corps mu persévère à se mouvoir uniformément et en ligne droite. C'est encore un fait prouvé par l'expérience ; car le mouvement ne change de direction, n'est accéléré, retardé ou anéanti, que lorsque de nouvelles causes agissent sur le corps mu. Les philosophes, qui rendent raison de tout, ne manqueront pas de vous dire, que comme il y a dans le corps en repos, une force par laquelle il résiste au mouvement, il y a dans le corps en mouvement, une force par laquelle il résiste au repos.

Cette force par laquelle un corps persévère, selon eux, dans son état de repos ou de mouvement, ils l'appellent *force d'inertie* ; et dès qu'ils lui ont donné un nom, ils croient en avoir une idée. Voyons s'il serait possible de mieux concevoir la chose.

Quoique j'ignore la nature du mouvement, je ne puis douter que le mouvement ne soit autre chose que le repos. Pour mouvoir il faut donc produire un effet : or tout

effet demande une cause, et quoique cette cause soit d'une nature dont je n'ai point d'idée, je puis lui donner le nom de *force* ; il suffit pour cela que je sois assuré de son existence.

Si donc une force est nécessaire pour mouvoir un corps, ce n'est pas qu'il y ait dans ce corps une force qui résiste, mais c'est que le mouvement est un effet à produire.

D'ailleurs, qu'est-ce que cette force d'inertie qui résisterait au mouvement ? Est-elle moindre que la force motrice, ou lui est-elle égale ? Si elle est moindre, la quantité par laquelle la force motrice lui est supérieure, est une force qui ne trouve point de résistance. Si elle lui est égale, nous ne concevons plus qu'un corps puisse être mu ; car deux forces opposées ne sauraient rien produire, qu'autant que l'une surpasse l'autre ; et, dans le cas d'égalité, il y aurait nécessairement équilibre.

Pour rendre le repos à un corps en mouvement, c'est un effet à détruire ; et si ce corps persévère dans son mouvement, ce n'est pas par une force d'inertie, c'est par

une force motrice qui lui a été communiquée. Aussi voyons-nous que le mouvement n'est retardé ou anéanti, que lorsqu'un corps rencontre des obstacles. Si les forces qui agissent dans des directions opposées, sont égales, il n'y a plus de mouvement; si la première force communiquée continue d'être supérieure, le mouvement ne cesse pas, il se fait seulement avec moins de vitesse.

On demande si la force motrice est instantanée, et n'agit qu'au premier instant, ou si son action est continuée et se répète à chaque instant. C'est une question à laquelle nous ne saurions répondre. Si la force n'agit qu'au premier instant, pourquoi le corps se meut-il encore le second, le troisième, etc.? Nous ne concevons point de liaison entre le mouvement du second instant, du troisième, etc., et la force qui n'agit qu'au premier. Il semble, au contraire, qu'à chaque instant le corps est comme s'il commençait à se mouvoir, et que ce qui lui arrive dans un instant quelconque, ne dépend point de ce qui lui est arrivé dans les précédens, et n'influe

point sur ce qui lui arrivera dans les autres.

L'action de la force se répète-t-elle donc à chaque instant? Mais si elle a besoin de se répéter dans le second, qu'a-t-elle donc produit dans le premier? N'a-t-elle pas mu le corps? Elle se répétera dans le second, dans le troisième, et dans tous, pendant une éternité, que le corps n'en sera pas mu davantage. L'a-t-elle mu? Elle lui a donc fait parcourir un espace. Mais un espace ne peut être parcouru qu'en plusieurs instans, ce qui est contraire à la supposition que la force qui a mu un corps dans le premier instant, a besoin d'être répétée pour le mouvoir dans les suivans. Nous ne saurions sortir de cette difficulté. Si la force est instantanée, nous ne concevons pas que le mouvement puisse durer au-delà d'un instant; et s'il faut qu'elle se répète, nous tombons en contradiction: nous supposons qu'au premier instant un corps a parcouru un espace, et cependant un espace ne peut être parcouru qu'en plusieurs instans.

Laissons donc toutes ces questions, et bornons-nous à dire: il y a du mouvement

et une force, c'est-à-dire, une cause qui le produit, mais dont nous n'avons point d'idée.

Ce commencement, monseigneur, ne vous promet pas de grands succès : vous voyez toute notre ignorance, et vous avez de la peine à comprendre que nous puissions jamais savoir quelque chose. Vous en admirerez davantage l'édifice qui va s'élever à vos yeux.

Ce n'est pas seulement pour vous étonner que je vous ai montré combien nous sommes ignorans ; c'est que je veux vous conduire à des connaissances par la voie la plus courte et la plus sûre. Or rien n'était plus propre à ce dessein, que d'écarter toutes les fausses idées qu'on se fait sur le corps, la matière, l'espace, le temps, le mouvement, la force, etc.

CHAPITRE III.

Des choses qui sont à considérer dans un corps en mouvement.

IL y a trois choses à considérer dans un corps en mouvement : la force, la quantité de matière et la vitesse. Voyons comment nous en pouvons juger ; mais souvenez-vous que nous n'avons point d'idée absolue de ces choses, et que nous n'en jugerons jamais qu'en comparant un corps avec un autre.

Toute cause est égale à son effet. La plus légère réflexion sur les idées de cause et d'effet nous convaincra de cette vérité. Si vous supposiez l'effet plus grand, ce qui, dans l'effet, excéderait la cause, serait un effet sans cause ; si vous supposiez la cause plus grande, ce qui, dans la cause, excéderait l'effet, serait une cause sans effet : ce ne serait donc plus une cause.

Or, dire que la cause est égale à son effet, c'est dire, en d'autres termes, que la force est égale au mouvement.

Mais mouvoir un corps ou mouvoir toutes ses parties à la fois, c'est la même chose. La force qui meut, se distribue donc dans toutes les parties, et se multiplie comme elles.

Si A, double de B en masse, c'est-à-dire, en quantité de matière, parcourt le même espace dans le même temps, il aura donc une force double de celle de B.

Mais si l'effet n'est pas le même, lorsque des corps inégaux en masse parcourent des espaces semblables dans le même temps, il n'est pas le même non plus, lorsqu'étant égaux en masse, ils parcourent dans le même temps des espaces différens.

Si dans une seconde A, égal à B en masse, est transporté à quatre toises, tandis que B ne l'est qu'à deux, l'effet est double en A. Il y a donc une force double.

Nous pouvons donc juger de la force par la masse et par l'espace parcouru dans un temps donné. Si la masse et l'espace parcouru sont doubles l'un et l'autre, la force sera quadruple, car il faut une double force pour la masse, et une double force pour l'espace.

Le mouvement par lequel un corps parcourt un certain espace dans un certain temps, est ce qu'on nomme sa vitesse. Si la masse et la vitesse sont doubles l'une et l'autre, la force sera quadruple. Cette proposition est la même que la précédente.

Nous la rendrons encore en d'autres termes, en disant que la force est le produit de la masse multipliée par la vitesse.

La vitesse est plus grande suivant l'espace parcouru dans un temps donné. Si, dans une seconde, A se transporte à 4 toises, et B seulement à 2, il a une vitesse double.

La vitesse étant la même, l'espace parcouru sera plus grand, suivant le temps que le corps sera en mouvement. Dans ce cas A, mu pendant deux secondes, parcourt un espace double de celui de B, qui n'est mu que pendant une seconde.

Si A, avec une vitesse double, est mu dans un temps double, l'espace parcouru sera quadruple.

Les espaces parcourus sont donc entre eux comme les produits du temps par la vitesse : c'est ce qu'on exprime encore en

disant qu'ils sont en raison composées du temps par la vitesse.

Dès que vous savez le rapport de l'espace avec la vitesse et le temps, il vous suffira de connaître l'espace et la vitesse pour découvrir le temps, ou de connaître l'espace et le temps pour découvrir la vitesse. Soit, par exemple, l'espace 12, la vitesse 4: vous divisez 12 par 4, et le temps sera 3.

CHAPITRE IV.

De la pesanteur.

SI vous cessez de soutenir un corps que vous avez à la main, il tombe, et vous pouvez remarquer ce phénomène dans tous les corps qui sont près de la terre. Tous descendent, si aucun obstacle ne les arrête. Or, cette direction est ce qu'on nomme *pesanteur*. Cet effet a pour cause une force que nous ne connaissons pas, et à laquelle nous donnons le nom d'*attraction*, parce que nous supposons qu'un

corps ne descend, que parce qu'il est attiré vers le centre de la terre.

Nous entendons par *poids* la quantité de force avec laquelle un corps descend.

Le poids total d'un corps n'est que la réunion des poids de toutes les particules qui le composent. Ces particules réunies ou séparées, ont chacune le même poids; et ce corps ne peut descendre que comme elles descendraient chacune séparément.

Donc les poids de deux corps sont entre eux comme leurs masses, c'est-à-dire, en raison de la quantité de matière qu'ils contiennent.

De là il s'ensuit que tous les corps tomberaient avec la même vitesse, s'ils ne trouvaient point de résistance; et l'expérience le prouve. Dans la machine du vide une pièce d'or et une plume arrivent en bas au même instant. Qu'on laisse entrer l'air dans le cylindre, la plume descend plus lentement, parce qu'elle trouve plus de résistance.

La pesanteur de l'air est la cause de ce phénomène; car l'air étant pesant, comme on vous le prouvera, vous comprenez que

la plume ne peut descendre qu'autant qu'elle chasse l'air qui est au-dessous, et qu'elle le fait monter tout autour d'elle.

Or, un corps qui tombe, doit chasser plus d'air à proportion qu'il a un plus gros volume ; c'est-à-dire, à proportion qu'il occupe un plus grand espace.

La plume a donc une plus grande résistance à vaincre qu'une pièce d'or. Elle doit donc tomber plus lentement.

L'attraction que vous regarderez toujours comme la cause inconnue de la pesanteur, s'observe dans toutes les particules de la matière. Pourquoi, par exemple, une goutte d'eau est-elle sphérique ? C'est que toutes les parties s'attirant également et mutuellement, il faut nécessairement qu'elles s'arrangent dans l'ordre où elles sont, à la moindre distance les unes des autres. Or cela ne peut arriver qu'autant que tous les points de la superficie se plaçant à la même distance d'un centre, tendent tous vers ce centre commun.

Vous remarquerez sensiblement cette attraction, si vous approchez deux gouttes d'eau l'une de l'autre ; car à peine elles

se toucheront, qu'elles n'en formeront qu'une.

Vous observerez la même chose dans les gouttes des métaux en fusion, et vous conclurez de là que toutes leurs parties s'attirent mutuellement.

Si ces gouttes s'aplatissent, lorsqu'elles touchent une surface plane, c'est un effet de l'attraction de cette surface.

Représentez-vous la terre et les planètes, comme autant de gouttes d'eau, et vous comprendrez comment tous les corps dont elles sont formées, et tous ceux qui sont à une certaine distance de leur superficie, gravitent vers un même centre. Vous conjecturerez que si deux gouttes d'eau ont besoin de se toucher pour s'attirer, les planètes ayant une masse infiniment plus grande, doivent s'attirer à une plus grande distance.

Vous reconnaîtrez donc, dans tous les corps, une attraction réciproque, comme vous la connaissez dans toutes les parties d'un seul. Ainsi vous jugerez que tous les corps et corpuscules répandus dans l'univers gravitent les uns vers les autres : et

c'est là ce qu'on nomme *gravitation universelle*.

Si vous n'apercevez pas toujours cette attraction entre tous les corps qui sont sur la surface de la terre, c'est que la terre, ayant infiniment plus de matière, les attire avec tant de force, que leur tendance réciproque devient insensible.

Il y a des philosophes qui rejettent cette attraction : ce sont les cartésiens. La raison sur laquelle ils se fondent, est qu'on ne saurait s'en faire une idée. Ils tâchent donc d'expliquer les phénomènes par l'impulsion, et ils ne s'aperçoivent pas que l'impulsion est une cause tout aussi inconnue. Les newtoniens, au contraire, ne rejettent pas absolument l'impulsion : ils disent seulement qu'ils ne comprennent pas comment elle produirait les phénomènes. Mais il n'est pas nécessaire d'entrer dans cette dispute ; il vous suffira de remarquer les observations qu'on a faites, et de juger si elles concourent toutes à prouver l'attraction.

CHAPITRE V.

De l'accélération du mouvement dans la chute des corps.

ON observe qu'un corps qui tombe, parcourt une perche anglaise, ou environ quinze pieds de France, dans la première seconde : il tombe, par exemple, de A en B.

Or si, considérant la force qui le fait descendre de A en B, comme une impulsion qui lui a été donnée au commencement de sa chute, nous supposons qu'il ne reçoive point d'autre impulsion, il continuera, de seconde en seconde, à descendre par les espaces égaux Bc, cd, dE, E f, etc., et les espaces parcourus seront en même nombre que les secondes.

Mais ce n'est pas ainsi qu'il descend, et on voit que sa chute s'accélère de seconde en seconde. Nous nous sommes donc trompés lorsque nous avons supposé qu'il ne reçoit point de nouvelle impulsion.

En effet, si en A, la pesanteur qui fait tomber le corps en B, peut être considérée comme une première impulsion, elle doit être considérée en B, comme une seconde impulsion, puisqu'elle continue d'être en B la même pesanteur qu'en A. Nous jugerons donc qu'en B le corps reçoit une seconde impulsion égale à la première. Or, deux impulsions égales doivent lui faire parcourir un espace double. Il tombera donc de B en d, dans le même temps qu'il est tombé de A en B; et s'il ne recevait plus de nouvelles impulsions, il continuerait à parcourir, de seconde en seconde, des espaces, tels que df, fh, égaux à Bd.

Mais comme en B, au commencement du second temps, il a reçu une seconde impulsion, il en reçoit une troisième en d, où commence le troisième temps. Il parcourra donc un espace égal à trois fois AB: il descendra, dans la troisième seconde, de d en g: et les espaces parcourus de seconde en seconde seront comme les nombres 1, 2, 3, 4, etc.

Ce serait là un mouvement uniformément accéléré; et comme nous sommes

portés à croire que tout se fait uniformément, nous serions tentés de supposer que c'est ainsi que le mouvement s'accélère dans la chute des corps. Mais ce serait encore une méprise, et l'observation, qui doit être notre unique règle, nous fait voir que l'accélération augmente suivant une autre proportion; car le corps tombe en trois secondes de A en K, quoique, suivant notre supposition, il ne dût tomber qu'en g.

Nous avons supposé que le corps étant parvenu au point B, la pesanteur lui donne une seconde impulsion, égale à celle qu'elle lui a donnée au point A: et nous avons conclu qu'il tombe de B en d, dans le même temps qu'il est tombé de A en B.

C'était supposer que la pesanteur n'agit que par intervalles, et seulement au commencement de chaque seconde; mais cette supposition est fautive. Puisque le corps ne cesse pas d'être pesant, la pesanteur ne cesse pas d'agir. Elle a donc une action qui continue, ou qui se répète sans intervalle, dans chaque partie de chaque seconde, et qui, par conséquent, accélère le mouve-

ment à chaque instant. Le corps, au commencement de sa chute, n'a donc pas une impulsion pour tomber en B en une seconde ; il reçoit cette impulsion partie par partie et successivement ; et il tombe de A en B par un mouvement accéléré.

Mais, parce que nous ne saurions nous représenter la loi de cette accélération dans un temps aussi court, nous considérons la pesanteur comme si elle n'agissait qu'au commencement de la chute, et nous supposons que l'impulsion qui fait tomber le corps de A en B, a été donnée tout à la fois.

De même, nous supposons que lorsque le corps commence à tomber du point B, il reçoit tout à la fois une seconde impulsion égale à la première, et, parce que ces deux impulsions ne suffisent pas pour le faire tomber aussi bas que l'observation le démontre, il ne reste plus qu'à supposer qu'il reçoit encore, en tombant, une troisième impulsion égale à chacune des deux autres.

Or, comme une première impulsion a fait parcourir l'espace A B dans le premier

temps, trois impulsions, égales chacune à la première, doivent, dans le second temps, faire parcourir un espace trois fois aussi grand que A B. Le corps descendra donc en E.

Mais, puisqu'il a reçu deux nouvelles impulsions dans le second temps, je puis supposer qu'il en recevra encore deux nouvelles dans le troisième. Il sera donc mu par cinq impulsions, et tombera en K.

Enfin, je puis supposer que le nombre des impulsions augmente de deux dans chaque temps, et qu'elles sont de seconde en seconde comme les nombres 1, 3, 5, 7, 9, etc. : les espaces parcourus suivront donc la même proportion. C'est ce que l'observation confirme. Elle s'accorde, par conséquent, avec les suppositions que nous venons de faire.

C'est pour aider notre imagination, que nous distinguons les impulsions, et que nous nous les représentons croissant en nombre dans la proportion 1, 3, 5, 7, 9, etc. Cependant comme la première impulsion a été reçue successivement, pendant que le corps descendait de A en B, c'est aussi

successivement que surviennent les deux nouvelles impulsions, qui se joignent à la première. Mais enfin, quand le corps est en E, la force des impulsions qu'il a reçues est égale à la force des trois impulsions que nous avons supposées, et il importe peu au fond qu'elles lui aient été données chacune par degrés et successivement, ou qu'elles lui aient été données seulement à trois reprises, et chacune en une fois.

C'est encore pour aider notre imagination, que je considère l'action de la pesanteur comme une impulsion plutôt que comme une attraction; car l'idée d'une force qui pousse, nous est plus familière que l'idée d'une force qui attire.

Mais la manière dont nous venons de raisonner sur l'accélération du mouvement dans la chute des corps, n'est, à dire le vrai, qu'un tâtonnement. Nous avons fait une supposition, et nous nous sommes trompés: nous en avons fait une seconde pour corriger la première, et nous en avons fait jusqu'à ce qu'elles se soient trouvées d'accord avec l'observation.

Voilà un exemple de la conduite que

nous sommes souvent condamnés à tenir dans l'étude de la nature. Comme nous ne pouvons pas toujours observer, dès la première fois, avec précision, et que nous sommes encore moins en état de deviner, nous allons de suppositions en erreurs, et d'erreurs en suppositions, jusqu'à ce qu'enfin nous ayons trouvé ce que nous cherchons.

C'est ainsi, en général, que les découvertes se sont faites. Il a fallu faire des suppositions, il en a fallu faire de fausses; et ces sortes d'erreurs étaient utiles, parce qu'en indiquant les observations qui restaient à faire, elles conduisaient à la vérité.

Mais quand une vérité est trouvée, ce ne sont pas les suppositions qui la prouvent, c'est leur accord avec l'observation, ou plutôt c'est l'observation seule. Si les phénomènes ne démontraient pas la loi qui suit l'accélération dans la chute des corps, il y aurait peu de certitude dans les conséquences que nous tirerions d'un principe aussi peu connu que la pesanteur.

Il est donc démontré, par l'observation

plus que par nos raisonnemens, que le mouvement d'un corps qui tombe est accéléré, de manière que les espaces décrits dans des temps égaux, sont comme les nombres 1, 3, 5, 7, etc. (1)

Cette loi étant connue, vous voyez qu'il y a un rapport entre les temps et les espaces parcourus, et vous remarquerez facilement que la somme des espaces est égale au carré des temps, c'est-à-dire, au nombre des temps multiplié par lui-même. Un corps, par exemple, qui tombe pendant quatre secondes, parcourt 16 perches; car 16 est le carré de 4, ou le produit de 4 multiplié par lui-même.

Vous remarquerez encore qu'un corps étant jeté en haut, la pesanteur doit en retarder le mouvement, dans la même proportion qu'elle accélère celui d'un corps qui tombe. Si dans la première seconde, le

(1) On démontre cette vérité par la théorie de Galilée, et par d'autres méthodes encore moins à la portée du commun des lecteurs. Comme je n'ai besoin que du fait, je me suis contenté de la rendre sensible par des suppositions.

corps qui s'élève parcourt 7 perches, dans la seconde il en parcourra 5, 3 dans la troisième, et une dans la quatrième. Dans le même intervalle de temps, il perd en s'élevant la même quantité de force qu'il aurait acquise en tombant.

Par là vous pouvez connaître à quelle hauteur un projectile, comme une bombe, s'est élevé. Il n'y a qu'à observer le nombre des secondes écoulées depuis le moment où l'on met le feu au mortier, à celui où la bombe tombe : la moitié de ce nombre sera le temps de la chute. Or, nous avons vu que le carré du temps est égal au nombre des perches : si ce temps est 10, la bombe se sera donc élevée à 100 perches.

CHAPITRE VI.

De la balance.

SOIT la ligne AB, sur laquelle nous marquons, de chaque côté, plusieurs points à égale distance du centre. Si cette ligne se meut sur son centre, les points décriront des arcs, qui seront entre eux comme les

distances. Ces arcs sont les espaces parcourus en même temps par tous les points.

Or nous avons vu que les espaces parcourus sont le produit du temps par la vitesse. Le temps étant le même pour tous les points, les vitesses sont donc entre elles comme les espaces, et, par conséquent, comme les distances au centre.

Suspendons des corps à ces points. Vous savez que la force est le produit de la masse par la vitesse, et vous venez de voir que les vitesses sont ici comme les distances. La force, par laquelle chacun de ces corps tendra en bas, sera donc comme le produit de sa masse par sa distance.

Supposons deux corps égaux en masse à égale distance chacun, par exemple, au point marqué 10; ils agiront l'un sur l'autre avec la même force. A fera sur B le même effort pour le faire monter, que B fera sur A. Par conséquent, ils ne monteront, ils ne descendront ni l'un ni l'autre. C'est le cas de l'équilibre.

Si, réduisant A à la moitié de sa masse, nous le plaçons à une double distance au point 6, par exemple, tandis que B est au

point 3, il regagnera en force, par l'augmentation de la distance, ce qu'il a perdu par la diminution de sa masse. L'équilibre aura donc encore lieu.

Les corps ainsi suspendus se nomment des poids. Les poids sont donc en équilibre, lorsqu'étant égaux, ils sont à égale distance du centre; ou lorsqu'étant inégaux la masse du plus grand est à la masse du plus petit, comme la distance du plus petit est à la distance du plus grand. Il n'y aura équilibre entre B, dont la masse est 6, et A, dont la masse est 3, que lorsque la distance de B sera 3, et celle de A sera 6.

De là, il s'ensuit que dans le cas d'équilibre, le produit des poids par la distance est le même de part et d'autre; et que l'équilibre est détruit lorsque les produits sont différens. Le produit est le même, soit qu'on multiplie 3 de masse par la distance 6, ou 6 de masse par la distance 3, et A et B sont en équilibre. Mais si on changeait la distance de l'un des deux, les produits ne seraient plus les mêmes, et l'équilibre cesserait.

Vous voyez donc que les forces sont

entre elles comme les produits. Si A, poids de 4 livres, est à la quatrième division, il aura une force égale à celle de B, poids de 16 livres, que je suspends à la première, parce que 1 multiplié par 16 est égal à 16, comme 4 multiplié par 4 est égal à 16. Si nous rapprochons A à la seconde division, sa force sera à celle de B comme 8 à 16, parce que 2 multiplié par 8 est égal à 16. Il n'y aura donc plus d'équilibre.

Vous comprenez par là comment plusieurs poids peuvent être en équilibre avec un seul. Que A de 2 livres soit à 3 de distance, B de 4 à 5, C de 3 à 6, nous avons,

2 multiplié par 3 égal à... 6
 4 multiplié par 5 égal à... 20
 3 multiplié par 6 égal à... 18

Produit..... 44

Tous ces corps seront en équilibre avec un poids de 44 livres, placé à la première division.

Cette ligne ainsi divisée représente une balance. La force d'un poids, suspendu à une balance, est donc comme le produit

du poids par la distance. C'est ce qu'on exprime encore autrement en disant que la force est en raison composée du poids par la distance.

Une conséquence de toutes ces observations, c'est que deux corps en équilibre pèsent l'un et l'autre sur le même centre de gravité; et que, par conséquent, ils ne peuvent descendre qu'autant que ce centre descend.

Vous concevez par là pourquoi une boule, placée sur un plan horizontal, reste immobile, quoiqu'elle ne porte que sur un point. C'est que le centre de gravité autour duquel toutes les parties sont en équilibre, est soutenu par ce plan.

S'il n'y avait pas équilibre, la boule tournerait jusqu'à ce que le centre de gravité fût aussi bas qu'il est possible.

De là vous conclurez qu'un corps est soutenu par le point qui soutient son centre de gravité; et vous vous représenterez comme réunie dans ce centre, toute la force avec laquelle il tend vers la terre.

La direction du centre de gravité est verticale, c'est-à-dire, qu'elle tombe per-

pendiculairement sur l'horizon, et qu'elle va se terminer au centre de gravité de la terre.

Si vous placez un corps sur un plan incliné, vous concevez qu'il tombe, parce l'obstacle que fait le plan n'agit pas dans une direction contraire à la direction du centre de gravité. Il n'agit qu'obliquement, et, par conséquent, il ne peut que retarder la chute.

Lorsqu'un corps est posé sur un plan incliné, ou la direction du centre de gravité passe par sa base, ou elle passe hors de sa base. Dans le premier cas il glissera, dans le second il roulera.

Je vous ferai remarquer que le centre de gravité n'est pas toujours le même que le centre de grandeur. Ces deux centres ne peuvent être réunis, que lorsqu'un corps est régulier et homogène. Comme deux corps suspendus à une balance ne sauraient avoir leurs centres de gravité à même distance qu'autant qu'ils sont égaux, les parties d'un corps ne sauraient être en équilibre autour du centre de grandeur qu'autant que la masse et la distance sont les

mêmes entre les parties correspondantes. Or cela ne peut se trouver que dans un corps régulier et homogène.

Dans toutes les propositions de ce chapitre, l'identité s'aperçoit de l'une à l'autre : elles sont par conséquent démontrées par l'évidence de raison.

Or, comme toutes ces propositions n'en sont qu'une seule exprimée différemment, le levier, la roue, la poulie et les autres machines dont nous allons parler, ne sont qu'une balance différemment construite.

Il suffira donc de s'être familiarisé avec les observations que nous avons faites sur la balance, pour comprendre, à la simple lecture, les chapitres suivans, où nous traiterons du levier, de la roue, etc. ; mais aussi moins on connaîtra la balance, plus il sera difficile de raisonner sur les autres machines.

CHAPITRE VII.

Du levier.

Nous avons vu qu'en faisant prendre différentes formes à une proposition, notre esprit découvre des vérités qu'il n'aurait pas aperçues : c'est ainsi qu'en construisant différemment la balance, notre bras soulèvera des corps qu'il n'aurait pu remuer : les machines sont pour les bras ce que les méthodes sont pour l'esprit.

Le levier représenté par la ligne *AB*, est soutenu sur l'appui *C*, au lieu d'être suspendu comme le fléau de la balance.

Or, si on fait un point d'appui du point de suspension, c'est pour employer le fléau à de nouveaux usages. Ce changement ne fait donc pas du levier une machine différente de la balance : c'est la même quant au fond, et les mêmes principes qui ont expliqué les effets de l'une, expliqueront les effets de l'autre.

Vous comprenez qu'avec une petite force

vous éleverez un poids considérable, si la distance où vous êtes du point d'appui est à la distance où en est le poids, comme la force du poids est à la force que vous employez ; ou si les produits de la force par la distance d'une part sont égaux aux produits de la force par la distance de l'autre. Avec une force capable de soutenir une livre, vous soulèverez un poids de 100 livres qui sera à un pouce de distance, si vous agissez à une distance de 100 pouces.

Que la ligne *AB* soit mue sur son appui, les arcs décrits par les différens points, seront à raison de leurs distances. Donc les vitesses, et, par conséquent, les forces appliquées à ces points seront également comme les distances.

Que le poids *D*, égal à 4, soit à 2 de distance, la puissance, égale à 2, sera en équilibre, parce qu'elle est à 4 de distance.

La règle est toujours qu'il y a équilibre, lorsque les produits de la force par la distance sont les mêmes de part et d'autre ; ou, ce qui est la même chose, lorsque *D* est à *P* comme la distance de *P* est à celle de *D*.

Donc la force de P pourra être d'autant plus petite, que D sera plus près du point d'appui.

On ajoute plusieurs leviers bout à bout, et on produit le même effet avec une force moindre. Vous en voyez trois dans la figure 13, et vous jugez que si la puissance, pour être en équilibre avec le poids 8, doit agir comme 4 sur le point A, il suffira qu'elle agisse comme 2 sur le point B, et comme 1 sur le point C.

La règle est, pour les leviers recourbés, la même que pour les autres; c'est-à-dire, qu'il y a équilibre, lorsque la distance de la puissance est à la distance du poids, comme le poids est à la puissance. Mais il y a une considération à faire. Prenons pour exemple le levier ABC, où B est le point d'appui et C la puissance.

Vous vous tromperiez si vous jugiez de la distance de la puissance par la longueur de la ligne BC; car la puissance, agissant dans la direction CD, n'a en C que la force qu'elle aurait en D, où tombe la perpendiculaire tirée de B à la direction DC. Cette perpendiculaire BD est donc la dis-

tance de la puissance. En un mot, vous n'avez qu'à redresser ce levier, et imaginer que la puissance agit en D, comme elle agirait avec un levier droit dont le second bras serait égal à BD.

Il y a trois sortes de leviers. Les uns ont le point d'appui entre le poids et la puissance: tels sont ceux dont nous venons de parler. Les autres ont la puissance entre le poids et le point d'appui; et les derniers ont le poids entre la puissance et le point d'appui.

Dans un levier où la puissance est entre le poids et le point d'appui, si elle est à 1 de ce point, lorsqu'un poids d'une livre en est à 8, il faut qu'elle soit comme 8, pour qu'il y ait équilibre; et si on la transporte à 2 de distance, il faudra qu'elle soit comme 4.

Dans un levier où le poids est entre la puissance et le point d'appui, si le poids, qui agit comme 4, est à 2 de distance, la puissance qui agira comme 1, sera en équilibre à 8 de distance. Mais si on la transporte à 4, il faudra qu'elle agisse comme 2. En un mot, la loi est toujours que la puis-

sance est au poids , comme la distance du poids est à la distance de la puissance.

Si deux hommes portent un poids suspendu au levier AB, l'un est, par rapport à l'autre, le point d'appui du levier ; et la portion que B porte est à celle que A porte, comme AD à BD. Si AD est à BD comme 2 à 3, et que le poids soit de cinquante livres, B en portera 20 et A 30. On pourrait donc placer le poids de façon qu'un homme fort et un enfant en porteraient chacun une portion proportionnelle à leurs forces.

CHAPITRE VIII.

De la roue.

LE levier n'élève les poids qu'à une petite hauteur. Quand on veut les élever plus haut, on se sert d'une roue. La puissance agit à la circonférence : par conséquent les rayons vous représentent des leviers ou des bras de balance, et la longueur de ces

rayons est la distance où la puissance est du point d'appui.

Autour de l'essieu, qui tourne avec la roue, s'entortille une corde à laquelle le poids est suspendu. Le demi-diamètre de l'essieu est donc la distance où le poids est du point d'appui. L'équilibre aura donc lieu, si le rayon est au demi-diamètre, comme le poids est à la puissance. Une livre, par exemple, qui sera à l'extrémité d'un rayon de 10 pieds fera équilibre avec un poids de 10 livres, si le demi-diamètre de l'essieu est d'un pied.

Vous remarquerez qu'à mesure que le poids s'élève, il faut une plus grande force pour le soutenir, parce que la corde, en s'entortillant, augmente le diamètre de l'essieu, et que, par conséquent, le poids est à une plus grande distance du point d'appui.