

CHAPITRE PREMIER.

Principales notions de la Mécanique & de la Statique.

LA Mécanique est une science qui donne les règles pour augmenter les forces dans les machines, & pour en composer les mouvements : l'autre science qu'on appelle la Statique leur fournit les loix de l'équilibre. Je ne donnerai que les principes de ces deux sciences, dont j'ai pris seulement les principales règles le plus directement relatives à la composition des mouvements de l'Orgue, & sans lesquelles on y fait des fautes énormes.

La science de la Mécanique & de la Statique consiste principalement dans la connoissance du *Levier*. Les trois premières Sections qui diviseront ce Chapitre, en feront connoître les trois genres ; la quatrième Section les *Leviers contigus* ; dans la cinquième, j'expliquerai ce que c'est que la *direction des forces* pour employer les leviers avec avantage : & dans la sixième, je ferai connoître la *poulie*, avec le moyen de s'en servir utilement dans l'occasion.

SECTION PREMIERE.

Levier du premier genre.

1. ON appelle en général *Levier*, une verge de fer ou de bois, &c. qu'on suppose inflexible & sans pesanteur. L'on y remarque toujours trois points qui en constituent l'essence : l'un est appelé le point d'appui tel que *A* fig. 1, Planche I, sur lequel le levier est toujours soutenu. L'autre est le fardeau, comme *F*, & le troisième est nommé la puissance, comme *P*, qui donne le mouvement au levier pour faire l'équilibre ou élever le fardeau *F* ; celui-ci s'appelle encore la *résistance*.

PLANCHE
I.

2. Le levier du premier genre, (fig. 1) est celui dont le point d'appui *A* est entre la puissance *P* & le fardeau *F*. Celui du second genre, (fig. 2) est celui dont le fardeau *F* est entre le point d'appui *A* & la puissance *P* ; & celui du troisième genre, (fig. 3) consiste en ce que la puissance *P* est entre le point d'appui *A* & le fardeau *F*.

3. Le levier du premier genre augmente d'autant plus la force ou l'avantage de la puissance *P*, que le point d'appui *A* en est plus éloigné & plus près du fardeau *F*. Il est bon de considérer ceci plus en détail.

Si le point d'appui *A* est au milieu de la longueur du levier *PB*, comme en *C*, il n'y aura point d'augmentation de force ; ce sera un parfait équilibre, en supposant que la puissance est égale au fardeau.

4. Si le point d'appui se trouve en *D*, que je suppose être au quart de la longueur du levier du côté de la puissance, ce sera alors un levier renversé, & il y aura une diminution de force, en sorte qu'il faudra que la puissance *P* fasse un effort de la valeur de trois livres, pour être égale à un far-

4 FACTEUR D'ORGUES, I. Partie, Chap. I. Sect. I.

PLANCHE
I.

deau d'une livre; parce que le levier du côté du fardeau F , est trois fois plus long que du côté de la puissance P ; c'est-à-dire, que la longueur de P à D , est contenue trois fois dans la distance de D à B .

5. Si le point d'appui se trouve aux trois quarts de la longueur du levier du côté du fardeau F , comme en A , la puissance P aura un avantage triple, c'est-à-dire, qu'une livre posée en P équivaldra trois livres appliquées en B ; parce que la distance de A à B est contenue trois fois dans la longueur de A à P , c'est ainsi qu'il faudra toujours évaluer l'augmentation de la force dans le levier: on examinera combien de fois la distance du point d'appui au fardeau, est contenue dans la distance du même point d'appui à la puissance. Si, par exemple, la première distance est contenue huit fois dans la seconde, une livre du côté de la puissance en soutiendra huit du côté du fardeau, &c.

6. Il faut remarquer une autre propriété dans le levier. La puissance P parcourt d'autant plus d'espace dans son mouvement & le fardeau d'autant moins, que la force est augmentée. Supposons que la distance du point d'appui A au fardeau F soit de quatre pouces, & qu'il y ait vingt pouces du même point d'appui A à la puissance P ; la longueur de quatre pouces étant contenue cinq fois dans celle de vingt pouces, la force sera augmentée cinq fois; c'est-à-dire, qu'une livre appliquée à la puissance P soutiendra cinq livres suspendues en F , mais aussi la puissance P parcourra, par exemple, cinq pouces, tandis que le bout F ne fera qu'un pouce de mouvement. Il faut en dire de même de toutes les autres proportions selon l'endroit du levier où sera posé le point d'appui A .

7. On reconnoît encore, par cette propriété du levier, combien sa force est augmentée; car dans l'exemple précédent, la puissance parcourant cinq fois plus d'espace que le fardeau, l'on juge que l'avantage de la puissance est augmentée cinq fois; ou bien, on s'exprime autrement, en disant que la puissance est au fardeau comme un est à cinq, ce qui veut dire, qu'une livre appliquée à la puissance P soutiendra cinq livres suspendues au point F .

8. On observera que, quoique nous ne parlions que de l'équilibre dans tout ce que nous avons décrit jusqu'à présent du levier, nous croyons en dire assez pour exprimer l'augmentation de la force. Tout le monde fait que lorsque deux poids sont en équilibre, pour peu que l'un soit augmenté, il pourra enlever l'autre. C'est ainsi qu'il faudra toujours l'entendre. Quand nous disons, par exemple, qu'un levier augmente l'avantage de la puissance huit fois, ou autrement, que la puissance est au fardeau dans ce levier, comme un est à huit, il faut entendre qu'un peu plus d'une livre enlèvera huit livres.

SECTION SECONDE.

PLANCHE
1.*Levier du second genre.*

9. Nous avons déjà vu (2) en quoi consiste le levier du second genre ; il s'agit d'en expliquer les propriétés. Si le fardeau F (fig. 2) est au milieu de la longueur du levier BP , ou bien, si la distance du point d'appui A au fardeau F , est égale à la distance du même point d'appui A , à la puissance P , la force ou l'avantage de la puissance sera augmentée au double ; c'est-à-dire, qu'une livre en P en soutiendra deux en F ; & le bout P parcourra deux fois plus d'espace que le point F .

10. Si le fardeau est suspendu au point D , que je suppose être aux trois quarts de la longueur du levier du côté du point d'appui A , la force sera quadruple en P ; c'est-à-dire, qu'une livre en P en soutiendra quatre posées au point D ; & la puissance P parcourra 4 pouces, tandis que le point D ne fera qu'un pouce de mouvement.

11. Si le fardeau se trouve au point C , que je suppose être aux trois quarts de la longueur du levier du côté de la puissance, alors la puissance ne sera soulagée que du quart du fardeau ; c'est-à-dire, que si le fardeau pèse 4 livres, une puissance de la valeur de 3 livres appliquée en P sera en équilibre ; & ce point P parcourra, par exemple, 4 pouces, tandis que le point C fera 3 pouces de mouvement. C'est ainsi qu'il faudra raisonner à proportion du point quelconque du levier où l'on appliquera le fardeau. Du reste ce levier ne peut jamais devenir renversé, comme celui du premier genre (4) ; car il deviendrait du troisième genre.

SECTION TROISIEME.

Levier du troisième genre.

12. Le levier du troisième genre (fig. 3.) n'augmente jamais la force ; au contraire il la diminue toujours : c'est celui du second genre renversé. Comme l'on est obligé de s'en servir quelquefois dans l'Orgue, nous en expliquerons les propriétés, afin qu'on ne croie pas augmenter jamais la force par son moyen, mais seulement la commodité dans certains mouvements, ce qui le rend dans plusieurs occasions d'un usage indispensable.

13. Si la puissance P est appliquée au milieu de la longueur du levier, elle aura à soutenir le double du poids du fardeau F ; c'est-à-dire, que si celui-ci est de 4 livres, il faudra 8 livres de force à la puissance P , pour être en équilibre avec le poids ; & le fardeau F parcourra deux fois autant d'espace que la puissance P .

14. Si la puissance est appliquée en D , que je suppose être aux trois quarts de la longueur du levier du côté du point d'appui A , elle aura à soutenir le quadruple du poids du fardeau ; c'est-à-dire, qu'il faudra que la puissance en

ORGUES.

B

6 FACTEUR D'ORGUES, I. Part. Chap. I. Sect. IV.

PLANCHE
I.

D fasse un effort de la valeur de 4 livres pour soutenir une livre en F ; & le bout F parcourra 4 pouces de distance, tandis que le point D ne fera qu'un pouce de mouvement.

15. Si la puissance est appliquée au point C , que je suppose être aux trois quarts de la longueur du levier du côté du fardeau, il lui faudra la valeur de 4 livres de force pour en soutenir trois appliquées au bout F , qui parcourra 4 pouces d'espace, tandis que le point C n'en parcourra que 3. Ainsi des autres proportions.

SECTION IV.

Leviers contigus.

16. Nous ne parlerons point du *levier composé*, c'est-à-dire, de celui qui a plus de deux bras, comme n'étant d'aucune utilité dans l'Orgue; mais il est nécessaire de bien connoître les *leviers contigus*, parce qu'ils sont d'un fréquent usage. C'est une suite de plusieurs leviers qui agissent les uns sur les autres, comme dans les figures 4 & 5. PBF est un levier qui agit sur un second GAC : celui-ci en fait mouvoir un troisième IDE , & le fardeau total est H . Ce sont trois leviers du premier genre à cause qu'ils ont chacun leur point d'appui entre la puissance & le fardeau. P est la puissance du premier levier PBF ; son point d'appui est B , & son fardeau est F . G est la puissance du second levier; A est son point d'appui, & C est son fardeau. I est la puissance du troisième levier; D est son point d'appui, & E est le point où le fardeau H est appliqué. On conçoit assez qu'une puissance P (fig. 5), tirant le premier levier de droite à gauche, le bout F baisse; que celui-ci faisant descendre le point G du second levier, fait mouvoir de droite à gauche le bout C : que celui-ci pousse également le bout I du troisième levier; ce qui fait monter le bout E & le fardeau H .

17. Il s'agit présentement d'examiner de quelle quantité ces leviers contigus multiplient la force & l'espace que parcourent la puissance P & le fardeau H , ou le point E (fig. 5). Le bras PB du premier levier est au double plus long que l'autre bras BF ; ou pour me servir des expressions précédentes, la longueur FB est contenue deux fois dans l'espace de B à P , par conséquent la puissance P double sa force, en sorte qu'une livre de force appliquée au point P équivaldra à deux livres au point F ; & P parcourra, par exemple, 8 pouces, tandis que F ne fera que 4 pouces de mouvement.

Les deux livres de forces de F étant appliquées en G (qui est un bras du second levier au double plus long que l'autre AC) produisant en C une force double, c'est-à-dire, 4 livres, & G parcourant 4 pouces d'espace, comme nous venons de dire de F , C fera seulement deux pouces de mouvement.

Le bras ID du troisieme levier est encore au double plus long que DE ; ainsi le point C communiquant 4 livres de force au point I , le bout E en reçoit 8 livres; le point I parcourant 2 pouces de chemin, le bout E ne fait qu'un pouce de mouvement.

PLANCHE
I.

Il s'ensuit que ces trois leviers contigus étant supposés dans les proportions que nous venons de détailler, octuplent la force, & que la puissance parcourt 8 fois plus d'espace que le fardeau; c'est-à-dire, qu'une livre de force en P équivaut à 8 livres en E , lequel parcourant un pouce d'espace, la puissance P fait 8 pouces de mouvement.

18. Il faut remarquer 1^o, que si tous les bras de ces leviers étoient égaux, il n'y auroit ni augmentation ni diminution de force, & que le fardeau & la puissance parcourroient une égale distance dans le même temps.

19. 2^o. Qu'il est indifférent pour l'augmentation de la force dans les leviers (de quelque genre qu'ils soient) que leurs verges soient coudées, comme la *fig. 5*; ou droites, comme la *fig. 4*; ils font toujours le même effet, & ils parcourent la même distance, chacun selon sa proportion. Il en sera de même s'ils sont en partie coudés & en partie droits; qu'ils soient posés horizontalement, ou verticalement, ou d'une manière oblique. Il est encore égal que la puissance ou le fardeau agissent en tirant ou en poussant. Soit que les tirages soient fort longs ou fort courts, ils font toujours le même effet.

20. Les leviers contigus peuvent être entre-mêlés du premier, du second ou du troisieme genre, & agir les uns sur les autres. Chaque genre conserve toujours sa propriété particulière, telle que je l'ai expliquée dans les articles précédents. (*Voyez la fig. 6*). APF est un levier du troisieme genre. A est le point d'appui, P la puissance, F le fardeau. Ce levier agit sur un second qui est du premier genre; G est la puissance, B le point d'appui, & C le fardeau. Il agit sur un troisieme levier, qui est du second genre; I est la puissance, H le fardeau, & E son point d'appui. La seule inspection de la figure fait assez concevoir que si une puissance tire en bas par le point P , le point G doit baisser par la pression du bout F du premier levier: le point C s'élève alors, & faisant monter le bout I du troisieme levier, élève le fardeau H .

SECTION V.

De la direction des Forces.

21. Tout ce que nous venons de dire des propriétés des leviers, n'est vrai qu'autant qu'on y observe les regles au sujet des directions; sans cela toutes les mesures prises & tout le calcul fait avec le plus grand soin se trouveroient faux. On appelle *direction des forces* dans le levier, une ligne qui représente le sens suivant lequel une puissance fait effort en agissant

PLANCHE
I.

sur le levier ; ou bien , c'est une ligne suivant laquelle une puissance fait mouvoir le levier. Il est aussi essentiel d'observer les regles de la direction des forces à l'égard du fardeau , qu'à l'égard de la puissance ; parce que le fardeau est toujours une espece de puissance , puisqu'il résiste en tirant de son côté. Ceci s'expliquera par des exemples & par des figures.

22. La principale regle qu'il ne faut jamais manquer de suivre , c'est que la direction de tous les tirages & de toutes les résistances , soit à angles droits ou à l'équerre à l'égard des bras du levier. BAC , (*fig. 7*) est un levier dont le point d'appui A est au milieu. Ce levier est supposé tiré de chaque bout en D & en E . Ces deux lignes BE & CD , qui sont les deux tirages , forment chacune ce qu'on appelle la *direction des forces*, ces deux lignes sont à l'équerre , dans l'exemple présent , à l'égard des bras BA & AC .

23. On voit , (*fig. 8*), un autre levier BAC , dont A est le point d'appui. Supposons que les deux bras AB & AC sont égaux. La direction CK à un bout de ce levier est à l'équerre à l'égard du bras AC ; mais à l'autre bout la direction BE n'y est pas , puisqu'elle est oblique ; c'est-à-dire , que le tirage BE se fait obliquement , ce qui fait perdre beaucoup de force. Pour savoir au juste en quelle quantité , prolongez indéfiniment la ligne de direction BE , & tirez-lui de A la perpendiculaire AG . Cette ligne AG est , quant à l'effet , la véritable longueur du bras du levier. Mesurez de combien cette ligne est plus courte que l'autre bras AC du levier , & vous sçavez combien il y aura de force perdue. Si , par exemple , la ligne AG est plus courte que AC d'un quart , il faudra 4 livres de force en E pour soutenir 3 livres en K . Si elle est plus courte d'un cinquieme , il faudra 5 livres contre 4 , &c.

Si la direction de la force étoit BF , il y auroit aussi une quantité considérable de force perdue. On la reconnoîtra , en tirant du point d'appui A une ligne AD à l'équerre sur BF ; on examinera de combien cette ligne AD est plus courte que AC , & on saura par ce moyen la quantité de force perdue.

24. La *figure 9* représente un levier BAC , dont les deux bras BA & AC sont égaux ; mais la direction BED de l'effort de la puissance D n'étant point à l'équerre à l'égard du bras BA , il n'y a point d'équilibre , quoique les forces D & F soient supposées égales ; la force F doit prévaloir. Pour en être convaincu , tirez la ligne AE à l'équerre de la direction du tirage BED . Cette ligne AE représentera , quant à l'effet , la véritable longueur de ce bras du levier , laquelle se trouvant moindre que l'autre AC , la force de celle-ci doit l'emporter.

25. Le levier BAC , (*fig. 10*), jouera mal , parce qu'il est oblique à l'égard de ses deux directions des tirages BD & CF , que je suppose paralleles :

parallèles. Ces deux bras BA & AC doivent se considérer comme étant réellement plus courts qu'ils ne le paroissent ; car il faut supposer la ligne FG à l'équerre des directions des tirages BD & CE . Cette ligne FG étant plus courte que le levier BAC , rend le frottement sur le point d'appui ou pivot A plus sensible & plus préjudiciable. Cette dureté augmente par le mouvement circulaire, en parcourant l'arc de a à b , & de d à c . A quoi il faut ajouter que tous ces tirages de travers fatiguent beaucoup le point d'appui ou le pivot qui consomme une partie de la force des puissances.

PLANCHE
I.

26. Lorsqu'on sera obligé, par la disposition des machines, de faire des tirages dans des directions irrégulières ou obliques, il faudra couder les bras des leviers, en sorte qu'ils soient à l'équerre à l'égard de ces directions, pour profiter de tout l'avantage des leviers. Par exemple, dans la figure 11, la ligne CE représente la direction d'un tirage qui est à l'équerre avec le bras AC du levier BAC , dont A est le pivot ou point d'appui ; la direction BD de l'autre tirage, étant oblique, on est obligé de couder ou de disposer à l'équerre de la direction le bras BA de ce levier ; ce qui le rend avantageux & régulier, les deux directions se trouvant par-là à l'équerre de leurs bras respectifs.

27. Il faut remarquer 1^o, que, quoique nous n'ayons parlé dans toute cette Section que de l'équilibre dans les leviers que nous avons décrits, on doit cependant entendre qu'on peut en augmenter la force quand on le jugera à propos, en faisant le bras du côté de la puissance d'une longueur proportionnée à l'augmentation de la force que l'on desire, comme nous l'avons expliqué (art. 8) : 2^o, Ce que nous avons dit dans les six articles précédents, où nous n'avons donné des exemples que sur le levier du premier genre, est applicable aux leviers du second & troisième genre. Les directions de la puissance & du fardeau doivent être toujours à l'équerre de leurs bras de leviers respectifs.

S E C T I O N VI.

Des Poulies.

28. On ne fait presque jamais aucun usage des poulies dans l'Orgue, si ce n'est pour faire jouer les soufflets, lorsque la place ne permet pas de se servir des leviers ou *bascules* ordinaires. Cette machine n'est pas avantageuse à cet égard, comme je le ferai voir. Tout le monde connoît assez ce que c'est que la poulie, ainsi je me dispenserai de la décrire. Une poulie seule, lorsqu'elle est fixe, (fig. 13), n'augmente point la force. On ne s'en sert que pour changer la direction ou pour la commodité de l'homme qui tire avec plus de facilité de haut en bas que de bas en haut. Si la poulie est *mobile*, (fig. 14), elle augmente la force du double. A est un clou

ORGUES.

C

PLANCHE
I.

auquel est attaché un bout de la corde, & *P* est la puissance qui tire l'autre bout de la corde de bas en haut; ce qui fait monter le fardeau *F*. On voit que cette poulie *B* est mobile, puisqu'elle change de place & qu'elle monte avec le fardeau *F*.

29. La Figure 15 représente deux poulies; l'une *C* est fixe & suspendue par sa chape au clou *D*, & l'autre *B* est mobile. On voit un bout de la corde attaché au clou *A*, & l'autre bout est tiré par la puissance *P* pour élever le fardeau *F*. Ces deux poulies n'augmentent pas plus la force que celle de la figure 14; parce qu'il n'y a que la poulie *B* qui soit mobile; & celle-là seule double la force: la poulie fixe *C* n'est que pour la commodité du tirage.

30. Il n'y a donc, comme nous venons de le dire, que les poulies mobiles qui augmentent la force. Il y a cependant un cas où une seule poulie mobile triple la force. C'est celui de la fig. 16: il y a en *C* deux poulies fixes qui n'augmentent point la force, & *B* est une poulie mobile; mais un bout de la corde étant attaché au bras *a*, qui fait partie de la chape *d* de la poulie mobile *B*, la force devient triple, c'est-à-dire, que 100 livres appliquées à la puissance *P* soutiendront 300 livres en *F*.

31. S'il y a deux poulies mobiles, comme en la fig. 17, la force sera quadruplée, ou 100 livres seront en équilibre avec 400 livres. Il faut observer qu'il en est des poulies comme des autres leviers, à l'égard de l'espace parcouru par la puissance: dans la fig. 17, si le fardeau *F* monte d'un pied; la puissance *P* descendra de 4 pieds. En général, il faut toujours compter qu'on tirera d'autant plus de corde que la force sera augmentée. Si la force est triplée, on tirera trois fois plus de corde que le fardeau ne montera &c.

32. Il faut remarquer 1°. que lorsqu'on sera obligé de se servir de poulies, il est fort avantageux qu'elles soient grandes, que leurs *boulons* soient petits, & qu'ils soient fixés dans les poulies, afin qu'ils tournent dans leurs *chapes*. Par-là on diminuera beaucoup le *frottement*: 2°. Il faut que toutes les cordes soient parallèles; on perdrait d'autant plus de force que les cordes seroient plus éloignées de ce parallélisme. Pour contribuer à l'observer, on fera un bras *a*, à la chape *B* (fig. 16); ou un bras *b* (fig. 17), à la chape *C*, pour y attacher un bout de la corde: 3°. Il est essentiel que les cordes soient extrêmement flexibles. Il faudroit qu'elles fussent de soie & que la tissure n'en fût pas ferrée. On ne sauroit croire combien la roideur des cordes fait perdre de force. Avec ces trois conditions on peut absolument se servir des poulies pour faire jouer une soufflerie; mais il y aura toujours l'inconvénient que les soufflets descendront difficilement, & par conséquent ne pèseront pas assez sur le vent; ce qui obligera de les charger plus qu'à l'ordinaire. D'ailleurs on ne pourra les lever que

lentement, à cause de la quantité de corde qu'il faudra tirer ; car si le soufflet s'élève de 3 pieds, on sera obligé de tirer 12 pieds de corde. Je suppose qu'on se servira de la *moufle* à deux poulies mobiles (fig. 17). Il n'y aura pas tant d'inconvénient, si l'on fait usage de la *moufle* (fig. 16) ; & encore moins si on emploie celle de la fig. 15. Mais on tombera dans un autre ; le Souffleur fatiguera beaucoup, ayant la moitié ou le tiers du poids du soufflet à lever.

Nous aurons occasion dans la suite de parler de quelques autres regles de la Méchanique que nous n'expliquons point ici. On les entendra mieux lorsque nous serons dans le cas où elles pourront être utiles.

 PLANCHE
I.

 CHAPITRE SECON D.

De la Menuiserie.

L'ACADÉMIE Royale des Sciences se propose de donner un traité sur l'Art du Menuisier ; ainsi il seroit fort inutile de le décrire ici. Le Facteur d'Orgues doit se procurer cet ouvrage pour acquérir une connoissance suffisante de la Menuiserie. Mon but n'est que d'en donner quelques notions au sujet des principaux assemblages qu'on emploie dans certaines pieces de l'Orgue. Par-là je me ferai mieux entendre, quand je décrirai ce qu'il y a de particulier à cet égard dans la construction des différentes parties de cet Instrument. Mais auparavant il convient de connoître quelques traits la plupart nécessaires à la Menuiserie, & sur-tout pour être en état de trouver les mesures de certaines pieces, & de faire soi-même le plan de l'intérieur & de l'extérieur de l'Orgue, ce qui est une partie essentielle. Je diviserai ce Chapitre en deux sections. Dans la premiere sera la description des lignes & traits dont nous venons de parler. Dans la seconde, seront le nom & la figure des principaux assemblages de la Menuiserie. Ce qui n'empêchera pas que nous n'en disions davantage quand nous enseignerons à construire chaque piece de l'Orgue.

SECTION PREMIERE.

Définitions & construction de plusieurs Figures de Géométrie Pratique.

33. *L'angle* est l'ouverture de deux lignes qui se joignent en un point en s'inclinant l'une vers l'autre, & ces lignes sont appellées les *côtés* de l'angle. Ainsi les lignes *AB*, *CB*, (Pl. II, fig. 18), sont les côtés de l'angle *ABC*. Il faut remarquer que lorsqu'on indique un angle par trois lettres, celle du milieu désigne toujours l'angle dont on parle. Ainsi quand nous disons l'angle *ABC*, la lettre *B* indique l'angle dont il s'agit.

 PLANCHE
II.