locomotives, afin de livrer un grand passage à la vapeur aussitôt que celle-ci les a soulevées d'une certaine quantité; mais il peut trouver d'autres applications.

Il consiste (fig. 579) en deux barres M, N terminées en demi-cercle, et réunies par une barre AB et deux boulons A et B. La barre M étant celle par l'intermédiaire de laquelle la traction s'exerce, et la résistance s'exerçant en A, la figure du système sera invariable tant que la tige qui se voit bien sur la figure 580, parallèle à N (fig. 579), sera prise entre des guides et une plaque de recouvrement C. Mais après un mouvement égal à la longueur qui pénètre dans ces guides, qui empêchent tout mouvement oblique sur la direction MN, la barre guidée échappe, et aussitôt la traction de M entraînant le point A, une rotation a lieu autour du point B, la tige M s'élève de 2AB, le système prenant la disposition représentée fig. 580.

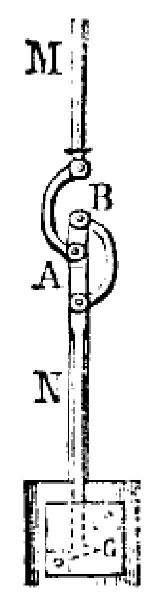

Fig 579.

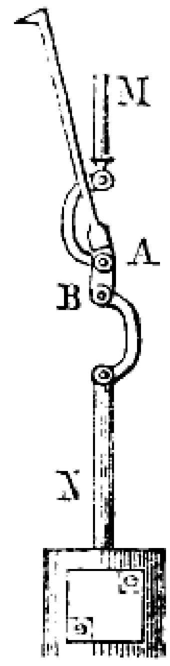

Fig. 580.

CHAPITRE II.

Organes de variation de vitesse.

685. La variation de vitesse se produit en changeant dans un mécanisme les premiers organes qui transmettent de proche en proche l'action d'un moteur, en remplaçant par exemple par une grande roue une petite qui était mue par une même roue d'engrenage.

Nous distinguerons deux cas distincts dans la solution de ce problème.

Le premier comprend les appareils qui servent à passer d'un système de transformation de mouvement à un autre, et dans lesquels les rapports de vitesse varient de quantités finies.

Le second comprend les appareils qui permettent de changer les rapports de vitesse d'une manière continue, sans qu'il soit nécessaire d'arrêter la machine, comme il est en général nécessaire de le faire dans le premier cas.

VARIATION DISCONTINUE DU RAPPORT DES VITESSES.

686. Soient deux axes A et B dont la position dans une machine est déterminée, et soit proposé de les réunir par des roues dentées de telle sorte que le rapport des vitesses prenne une ou plusieurs valeurs données. La méthode la plus simple consiste à munir les deux axes de plusieurs paires de roues qui soient dans les rapports voulus et dont la somme des rayons des circonférences primitives égale la distance A B des deux axes. On obtient ainsi tous les rapports demandés.

Il est convenable que toutes ces roues aient le même pas; les nombres des dents seront donc calculés comme dans l'exemple suivant:

Soient donnés pour valeurs des divers rapports de vitesse $\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{1}, \frac{4}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{4}$. Puisque le pas et la distance des centres doivent être les mêmes dans toute paire de roues, la somme de leur nombre de dents sera toujours $2\pi r + 2\pi r' = 2\pi(r + r')$. Cette somme devra donc être un nombre toujours divisible par la somme des numérateurs et dénominateurs de chacune des fractions ci-dessus ou par 2, 3, 4, 5, 9. Le nombre cherché est donc un multiple de $2^2\ 3^2\ 5 = 180$, et 180 est le plus petit nombre possible pour le nombre total de dents des roues satisfaisant aux conditions voulues. On aura donc tous les rapports indiqués par les systèmes de roues suivants, obtenus en posant $2\pi(r + r') = 180$, ou en nombre rond $r + r' = 30$. Ce qui pour le rapport $\frac{3}{2}$ par exemple donne $3x + 2x = 30$ ou $x = 6$; une roue sera $3 \times 6 \times 2\pi = 108$ et l'autre $2 \times 6 \times 6 = 72$.

RAPPORTS.	ROUES.	
1	90	90
2	60	120
3	45	135
4	36	144
$\frac{3}{2}$	72	108
$\frac{5}{4}$	80	100

687. Pour diminuer la difficulté de l'engagement et du désengagement des roues fixées sur les deux axes, il faut les disposer en deux séries inverses, croissantes et décroissantes. On trouve économie, sous le rapport de la longueur utilisée des axes, à disposer les roues comme le représente la figure.

Soient Mm Nn (fig. 581) les deux axes, Aa, Bb, Cc... les

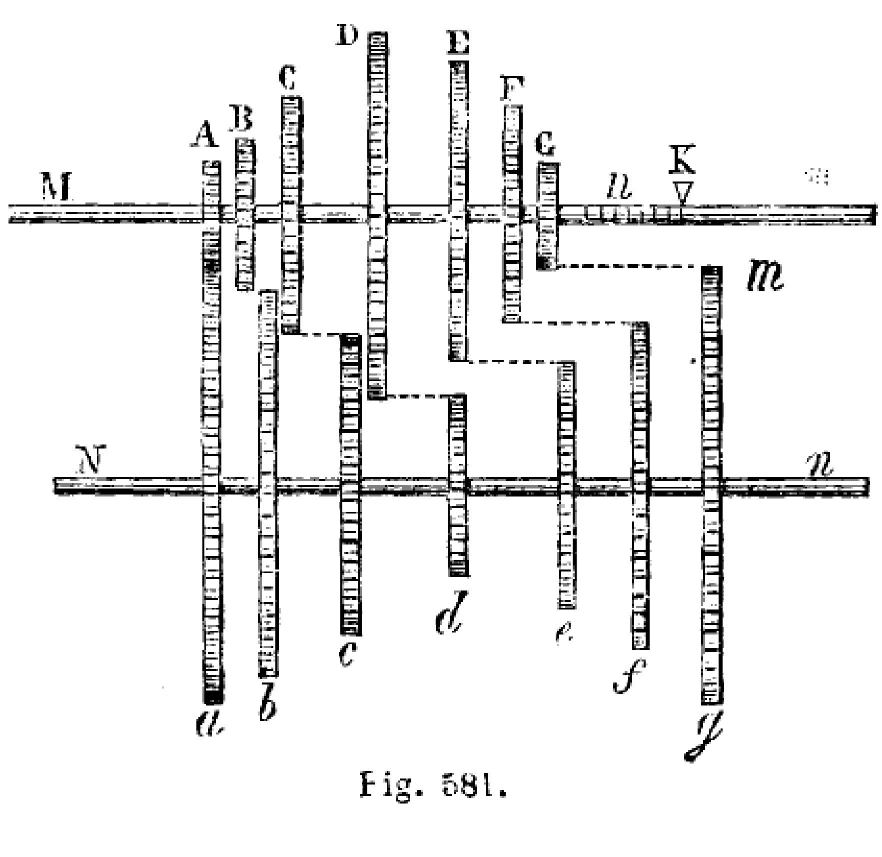

Fig. 581.

paires de roues respectives dont la somme des rayons est égale à la distance des deux axes, et dont les dents doivent être amenées en face les unes des autres pour fournir les rapports de vitesse voulus.

L'axe supérieur est disposé de manière à pouvoir glisser dans le sens de la longueur, et est retenu dans une position convenable par un arrêt K qui entre dans une rainure n tournée sur l'axe.

Dans la figure, les roues A et a sont en prise; pour toute autre paire, telle que Dd, le verrou K est soulevé, et l'axe poussé dans sa longueur jusqu'à ce que D et d soient dans le même plan. Le même mouvement amène la rainure n en face du verrou, et la position est assurée par celui-ci. Il en est de même pour toute autre paire de roues.

Les roues doivent être placées sur les axes, de manière que chaque roue atteigne la roue correspondante sans que rien s'oppose à son mouvement. A cet effet, les roues se succèdent dans l'ordre de leurs grandeurs, en plaçant les plus petites à chaque extrémité du groupe supérieur et les autres dans l'ordre successif, la plus grande au milieu ; les roues de l'axe conduit doivent être dans un ordre inverse, et l'on diminue ainsi l'espace occupé par les roues sur les axes.

Soit m une quantité quelque peu plus grande que l'épaisseur de chaque roue. Quand A et a sont en contact, soit la distance latérale de B à $b = m$, de C à $c = 2m$, de D à $d = 3m$, et celle de la roue de rang n à la roue correspondante $= (n-1)\,m$.

Chaque roue successive B ou C est trop grande pour être poussée au delà de la roue précédente a ou b du groupe menant; et pour avoir l'axe des roues supérieures aussi court que possible, il faut que celles-ci soient aussi rapprochées que possible. La moindre distance possible entre les deux roues A et B $= 0$, entre B et C $= m$, entre C et D $= 2m$, et ainsi de suite ; dans le système de l'autre axe on devra avoir la distance entre a et $b = m$, entre b et $c = 2m$, et ainsi de suite ; et les roues étant disposées dans un groupe conique de A à D et a à d, la longueur nécessaire pour n roues est pour l'axe supérieur la somme des épaisseurs des roues + leur distance sur l'axe, c'est-à-dire

$$\left[n + \left\{0 + 1 + 2 \ldots (n-2)\right\}\right] m = \left\{(n-1)\frac{n-1}{2} + n\right\} m,$$

et, pour l'axe inférieur, égal à :

$$\left[n + \{1 + 2 + 3 \ldots (n-1)\}\right] m = \frac{n+2}{2} nm.$$

Ces nombres devront être calculés de la même manière pour chaque série, et par cette disposition des roues en deux groupes coniques, que représente la figure, elles occupent une très-faible longueur sur les axes, moindre que si les distances continuaient à croître pour une seule série conique, qui cependant est généralement préférable, parce que les roues ne se rencontrent jamais lors du mouvement des axes.

Quant aux rayons des roues, on les fait en général tels que l'accroissement des rayons de deux roues consécutives soit constant, de telle sorte que la première série étant $na \ldots 4a, 3a, 2a, a$, la seconde soit $a \ldots (n-4)\,a, (n-3)\,a, (n-2)\,a, na$. La vitesse de l'arbre moteur étant ω, celle de l'arbre conduit ω', on aura pour une poulie de rang n' :

$$n'a\,\omega = (n - n')\,a\,\omega' \text{ ou } \omega' = \omega\,\frac{n'}{n - n'},$$

système qu'on peut disposer de manière à obtenir toutes les variations dont on a besoin.

688. Il y a un inconvénient à prendre la somme des rayons égale à la distance des centres; ce système exige d'ailleurs autant de paires de roues que de rapports de vitesse différents. Une méthode très-usitée des tourneurs consiste à garnir les extrémités des deux axes de deux roues convenables et à les mettre en rapport par une roue intermédiaire.

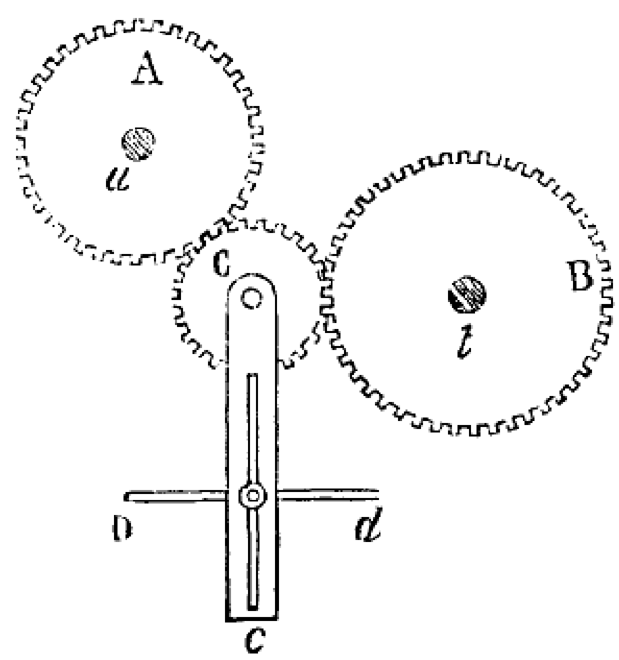

Fig. 582.

Soient a et b (fig. 582) les axes sur lesquels sont fixées les deux roues A et B; C la roue accessoire qui tourne autour d'une cheville fixée à l'extrémité d'une pièce Cc, qui porte une longue rainure à son extrémité. La rainure Dd appartient au bâti de la machine, et la pièce Cc, qui porte la roue accessoire, est fixée en place par un boulon passant à travers les deux rainures, à leur intersection ; ce qui ne peut convenir que pour des mécanismes légers.

Par cette méthode, la roue C peut prendre diverses positions, et faire agir les roues A et B l'une sur l'autre, quels que soient leurs diamètres.

Les diverses méthodes de fixer la roue intermédiaire reviennent en réalité à la même. S'il faut en outre changer la direction, une seconde pièce analogue à Cc est employée en plus, et deux roues accessoires sont montées dans le même plan.

Le nombre des roues est beaucoup diminué par ce système, qui, n'exigeant plus que la somme des nombres de dents des roues soit constante, permet de plus d'employer les diverses roues dont on dispose. Dans l'exemple donné ci-dessus qui suppose dix roues, on pourra, par le système dont nous parlons, n'en employer que cinq.

RAPPORTS.	ROUES.
1	24 24
2	24 48
3	24 72
4	24 96
$\frac{3}{2}$	48 72
$\frac{5}{4}$	48 60

689. *Roues d'angle.* — On trouve dans quelques machines à percer un plateau denté pour obtenir diverses vitesses pour plusieurs séries de roues d'angle concentriques.

Il faut que le plateau mène toujours pour que la roue engrenée ne soit formée que de flancs diamétraux. Autrement il est clair que le mouvement ne serait plus régulier en construisant les roues d'angle comme d'habitude, parce que les courbes des dents du plateau ne sont pas les enveloppes d'une même roue.

Le poids du plateau, l'impossibilité de maintenir l'outil à la même hauteur quand on fait varier la vitesse, rendent cette disposition assez vicieuse.

690. *Roues dentées partiellement.* — Un curieux système, qui peut être considéré comme analogue au précédent, comme destiné à faire varier la vitesse d'un arbre commandé par un pignon, en calculant la vitesse pour un tour entier, et dans lequel le nombre de dents devient la considération essentielle, tandis que, dans le cas précédent, elle n'est que secondaire, est venu fournir le moyen de construire des machines à calculer. On le rencontre dans les deux intéressantes machines construites à cet effet dans ces dernières années, l'arithmomètre de M. Thomas, et l'arithmaurel de MM. Maurel et Jayet.

Si l'on suppose que la roue motrice soit remplacée par une série de roues égales, que le pignon intermédiaire ait la liberté de glisser sur son axe, enfin que la troisième roue soit remplacée par un cylindre dont la roue est une section, on aura un système de trois roues analogue à celui donné ci-dessus, sauf que le pignon pourra se promener longitudinalement.

Si maintenant on suppose des dents enlevées à quelques-unes des roues motrices, il est évident que le mouvement sera interrompu en certains instants pour certaines positions du pignon ; mais ce qui est surtout remarquable, c'est que le nombre des dents du cylindre qui passera en un point sera toujours égal à la somme de toutes les dents des roues incomplètes qui auront agi sur le pignon.

De là l'important résultat que nous avons fait prévoir ci-dessus, c'est que, si l'on juxtapose (fig. 583) des roues d'égale épaisseur portant 1, 2, 3, 4... dents (ou des multiples de ces nombres), si l'on avance le pignon d'un nombre m d'épaisseurs (1er nombre) et qu'on fasse tourner l'axe moteur d'un nombre n de tours