

est joint au second anneau B ou *b* par un axe 22, et B est réuni à C par un troisième axe vertical 3, 3 dans l'élevation qui sur le plan se projette sur le point 3. C est donc réuni au corps de l'animal par un joint à trois axes dont les directions ne se rencontrent pas et ne sont pas comprises dans des plans parallèles. Cette pièce a donc la liberté de se mouvoir autour d'un axe faisant un angle quelconque avec le corps, et ces mouvements ne sont limités que par l'angle que peut faire chaque charnière.

CHAPITRE II.

Mouvement circulaire continu en rectiligne continu.

327. Le mouvement circulaire continu est produit par le système *tour*, le mouvement rectiligne par le système *plan*; les organes qui serviront à la transformation indiquée consisteront donc en des dispositions permettant d'établir la communication entre ces deux systèmes.

Il faut remarquer de plus que, la ligne droite pouvant être considérée comme la circonférence d'un cercle de rayon infini, le problème se réduit à celui étudié dans le chapitre qui précède, en introduisant dans les solutions trouvées les modifications propres à ce cas particulier. Remarquons aussi que, les deux mouvements n'étant plus de même nature, il y aura lieu d'étudier dans chaque cas le mouvement réciproque, de déterminer quand il sera possible avec le même organe, c'est-à-dire le cas où le mouvement initial partira du système *tour* et celui où il partira du système *plan*.

PREMIÈRE SECTION.**Rapport de vitesse constant.****1° DIRECTION DU MOUVEMENT RECTILIGNE DANS LE PLAN DU MOUVEMENT CIRCULAIRE.**

(Cas correspondant à celui des axes parallèles dans la transformation du mouvement circulaire continu en circulaire continu.)

MOUVEMENTS RELATIFS.

328. Si par la droite BC (fig. 279), direction du mouvement rectiligne, on mène un plan perpendiculaire à l'axe A de rotation, et qu'avec la perpendiculaire AD, abaissée du point A sur BC, on décrive un cercle, il est évident que, si l'adhérence était suffisante au point de contact, le cercle pourrait mener la droite sans glissement, c'est-à-dire que des longueurs égales de la droite et du cercle passeraient au point de contact.

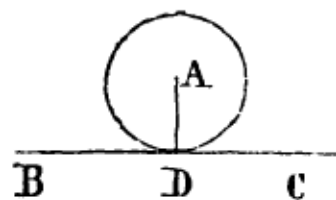


Fig. 279.

La démonstration que ce système est le seul qui puisse satisfaire à cette condition d'absence de glissement, pour un rapport de vitesse constant, résulte de la similitude de nature de cette disposition avec celle des engrenages circulaires. On doit pouvoir arriver directement, pour ce cas particulier, aux théorèmes déjà établis. Nous passerons en revue les principaux (1).

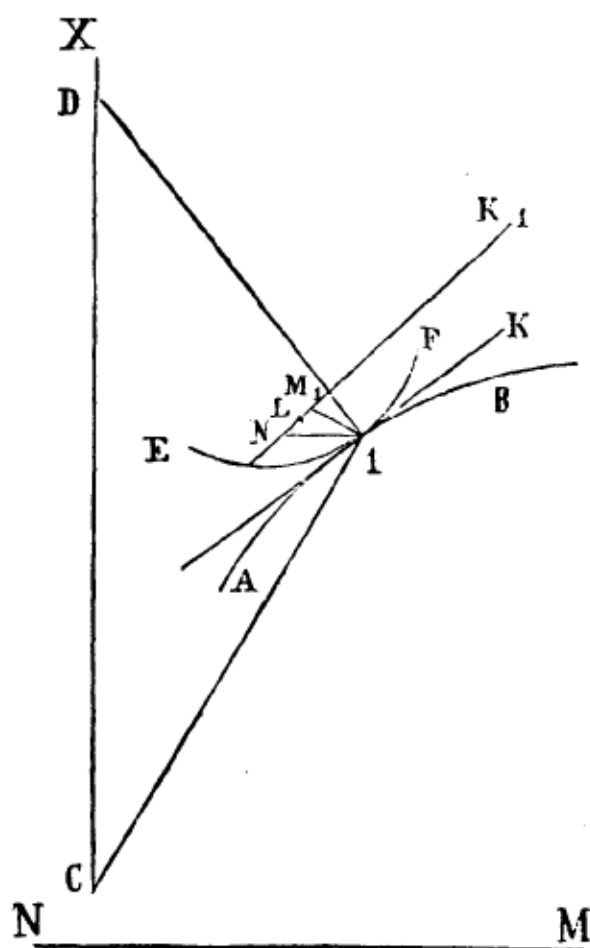


Fig. 280.

(1) Girault, *Éléments de géométrie appliquée à la transformation du mouvement dans les machines.*

Soit AB une courbe assujettie à tourner autour du centre de rotation C avec la vitesse angulaire ω , venant à pousser une autre courbe EF , assujettie à glisser en ligne droite dans la direction MN , v étant sa vitesse linéaire; menons par le centre C la droite CX perpendiculaire sur MN , K étant la tangente commune aux deux courbes, K_1 celle correspondant à un contact succédant au premier. Dans ce mouvement infiniment petit, le point de contact I de AB vient en M_1 sur K_1 en décrivant l'élément circulaire I, M_1 , et le point I de EF vient en N_1 sur K_1 , IN_1 étant parallèle à MN . On a par conséquent $\frac{v}{CI \times \omega} = \frac{IN_1}{IM_1}$.

Or si par le point I nous menons la normale ID commune aux courbes en contact qui rencontre en D la ligne CX , les deux triangles IDC, M_1N_1I sont semblables, ayant leurs côtés respectivement perpendiculaires (l'angle de K_1 avec la normale en K ne diffère d'un droit que d'une quantité infiniment petite pour une position infiniment voisine). On a donc :

$$\frac{IN_1}{IM_1} = \frac{CD}{CI} \text{ donc } \frac{v}{CI \omega} = \frac{CD}{CI} \text{ ou } \frac{v}{\omega} = CD.$$

Le rapport entre la vitesse linéaire de translation et la vitesse angulaire de rotation ne peut donc être constant que si les normales au point de contact des courbes qui se poussent rencontrent toujours en un même point la perpendiculaire à la direction du mouvement de translation menée par l'axe de rotation.

Le glissement élémentaire qui se produit en passant de la position K_1 à la position K est M_1N_1 , puisque les points M_1 et N_1 viennent se confondre en I . Si u est la vitesse de ce glissement, on aura :

$$\frac{u}{\omega CI} = \frac{M_1N_1}{IM_1} = \frac{ID}{CI} \text{ ou } \frac{u}{\omega} = ID,$$

c'est-à-dire que le glissement n'est jamais nul si ID n'est pas nul, si le triangle CID , dont ID est un côté, peut prendre naissance. Cela aura toujours lieu, sauf dans le cas où le contact a lieu sur la ligne CX .

Donc enfin le système de la figure 279 est le seul qui puisse

y parviendra et les divers systèmes d'engrenages donneront un nombre égal de systèmes de crémaillères.

331. *Crémaillères à frottement de roulement.* — On peut évidemment construire une crémaillère à frottement de roulement par les mêmes principes qui ont servi à établir des engrenages de cette nature. Ainsi, si dans le plan tangent au cylindre de la roue qui se confond avec la face supérieure de la barre on mène une droite inclinée sur les génératrices du cylindre, qu'on enroule le plan autour de celui-ci et qu'on l'applique sur la barre, la droite indiquera la forme des dents, qui seront des droites obliques sur la barre, des hélices sur le cylindre; ces dents se conduiront en se touchant par des points situés dans des plans successifs, et par suite seulement avec frottement de roulement.

ORGANES AGISSANT PAR CONTACT IMMÉDIAT ET A FROTTEMENT DE GLISSEMENT.

Comme nous venons de le dire, tous les systèmes de crémaillères ne sont que des modifications des divers systèmes d'engrenages, dans le cas où le rayon des cercles devient infini. Passons en revue ces divers systèmes.

332. *Crémaillère à flancs.* Le centre de l'une des roues, la roue conduite par exemple, étant situé à l'infini, une des circonférences primitives devient une ligne droite (fig. 282), ses flancs

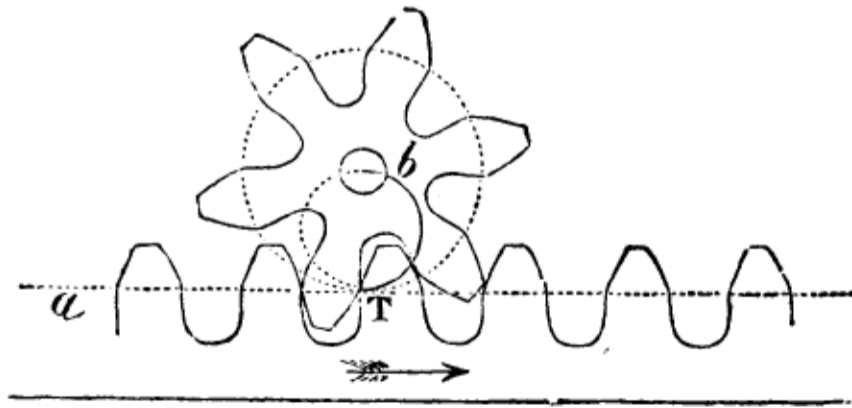


Fig. 282.

(qu'il faut supposer terminés à la ligne aT) deviennent des plans parallèles entre eux, perpendiculaires à sa direction. Le cercle roulant extérieurement à la roue se trouve d'un rayon infini;

autrement dit, les dents deviennent des développantes de la circonférence, puisque le cercle décrivant l'épicycloïde dans le cas des roues devient une ligne droite roulant sur le cercle primitif.

Pendant la rotation de la circonférence autour de son centre b , la droite aT lui restera constamment tangente; elle est donc constamment normale à toutes les développantes qui forment les dents; elle est donc le lieu des contacts de ces développantes avec les différents flancs, et ceux-ci ne sont donc jamais en prise que par leur élément extérieur situé sur cette ligne. La forme du reste de l'entaille, pourvu que les dents puissent s'y loger, est donc complètement arbitraire.

333. Crémaillère avec réciprocité. — La crémaillère à flancs, telle que nous l'avons décrite plus haut, doit être conduite par la roue; inversement, la crémaillère peut être armée seule de dents destinées à conduire les flancs de la roue. Les profils des dents de la crémaillère (fig. 282) sont des cycloïdes engendrées par le roulement sur la droite aT , considérée comme une circonférence primitive du cercle qui a pour diamètre le rayon de la circonférence b . Ainsi construites, la roue et la crémaillère pourront porter toutes deux à la fois des dents et des flancs; et par conséquent se mener indifféremment l'une l'autre.

Nous n'avons pas à revenir sur les questions accessoires de l'exécution des engrenages; ainsi l'égalité des divisions sur les deux circonférences primitives ne doit pas cesser d'avoir lieu dans le cas où l'une d'elles devient une ligne droite; la crémaillère parcourant, dans la direction de sa longueur, des chemins égaux aux arcs décrits par la circonférence de la roue.

334. Crémaillère à fuseaux. — De ce que le contact n'a lieu que sur une ligne dans la crémaillère à flancs, il résulte qu'à la limite d'un engrenage à lanterne, pour une barre garnie de dents se réduisant à des points placés sur la ligne tangente à la circonférence primitive, les dents de la roue menante devraient avoir les mêmes profils que l'engrenage à flancs, c'est-à-dire être formées de développantes du cercle primitif. Il en sera de même dans la pratique, c'est-à-dire lorsque la barre sera armée de