

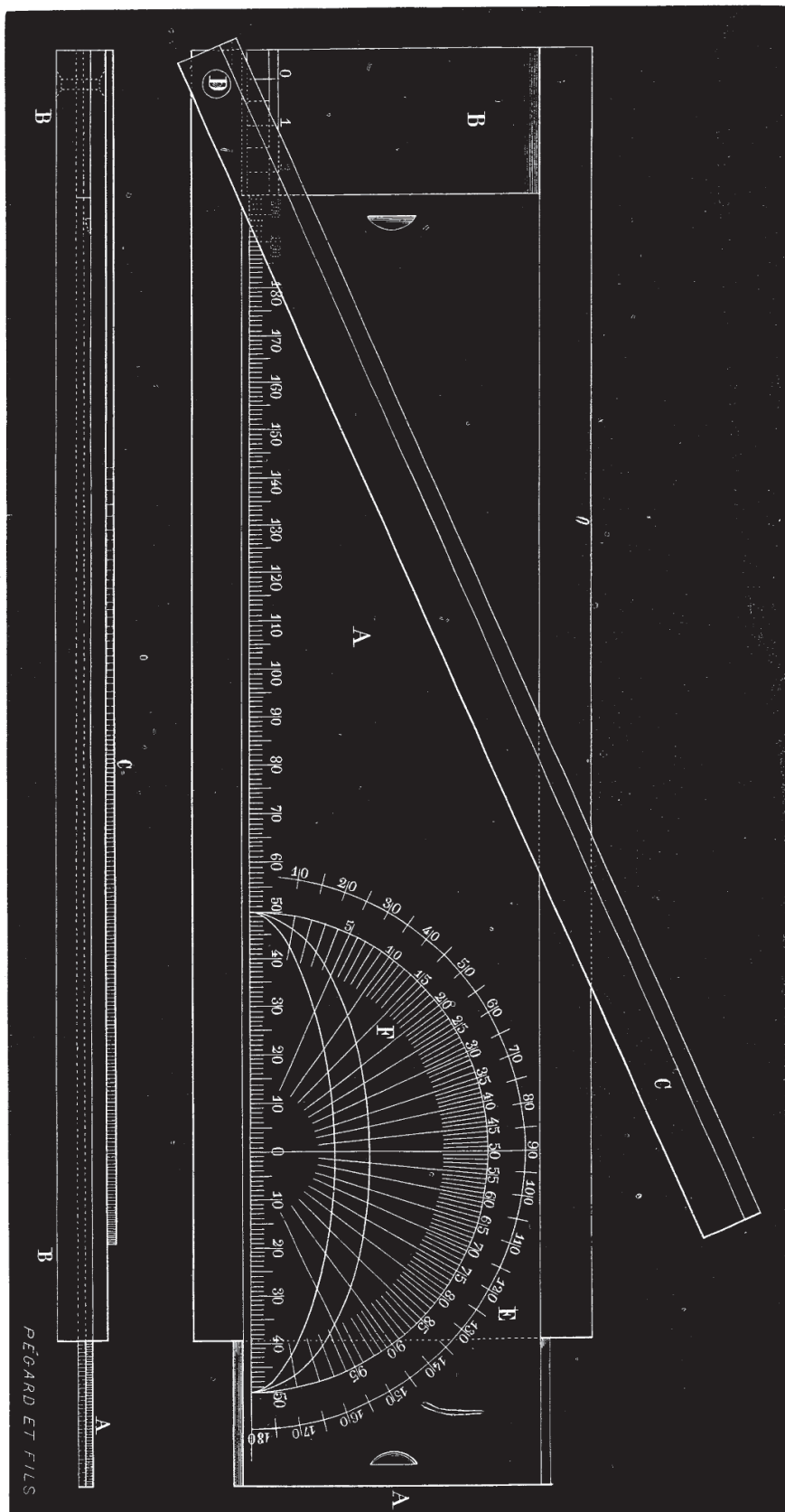


Fig. 1.
Échelle au 5/6.

CINÉMATIQUE.

RAPPORT fait par M. CH. COMBES, au nom du comité des arts mécaniques, sur une RÈGLE QUI DONNE, SANS LE SECOURS D'UNE ÉPURE, LES CIRCONSTANCES DE LA DISTRIBUTION DE LA VAPEUR DANS LES MACHINES ORDINAIRES, obtenue au moyen d'un tiroir simple à recouvrements conduit par un excentrique simple, une coulisse quelconque ou le système de M. DEPREZ, présentée par MM. DEPREZ et JULES GARNIER, 35, boulevard Magenta, à Paris.

Messieurs, l'appareil très-simple, présenté à la Société par MM. Marcel Deprez et Jules Garnier, se compose (voir ci-contre, fig. 1) d'une glissière A se mouvant dans une coulisse B et d'une réglette C pivotant autour d'un point fixe D situé, sur l'un des bords de la coulisse, à son extrémité gauche.

Parallèlement à l'une des arêtes de la glissière A et tout près d'elle, est tracée une ligne droite divisée en millimètres. A l'extrémité droite de la glissière sont tracées :

1° Une demi-circonférence F dont le diamètre, égal à 100 millimètres, embrasse les 100 premières divisions de la ligne divisée dont je viens de parler; le zéro de la division, qui procède de droite à gauche, est au milieu du diamètre et laisse 50 divisions à sa droite. La demi-circonférence est elle-même divisée en 100 parties inégales entre elles, les points de divisions étant déterminés par les intersections de la demi-circonférence et des perpendiculaires au diamètre élevées aux points de division de celui-ci; le zéro de la division de la demi-circonférence est à l'extrémité gauche du diamètre, le n° 50 à l'extrémité du rayon perpendiculaire au diamètre divisé, le n° 100 à l'extrémité droite de ce diamètre.

2° Deux ellipses ayant pour grand axe commun le diamètre de la demi-circonférence, et dont les petits axes sont égaux, pour l'une à la moitié, pour l'autre au tiers du grand axe.

3° Enfin une demi-circonférence extérieure E, concentrique à la première ainsi qu'aux deux ellipses, et divisée en 180 parties égales ou degrés égaux, le zéro de la division étant à l'extrémité gauche et le n° 180 à l'extrémité droite du diamètre.

Sur le fond de la coulisse, directement au-dessous de la ligne divisée tracée sur le bord de la glissière, est tracée une ligne divisée en centimètres qui ap-

paraît sur le prolongement de la première, dès que la glissière, poussée vers la droite ou vers la gauche, laisse à découvert une partie du fond de la coulisse.

Que, dans l'appareil très-simple décrit ci-dessus, on relève la réglette pivotante autour du point D, de manière que l'arête qui termine la partie en biseau fasse un angle donné α avec la ligne divisée sur laquelle s'appuient, par leur diamètre commun, les demi-circonférences et les ellipses (chose facile à faire au moyen de la demi-circonférence extérieure divisée en degrés, qui n'est qu'un rapporteur ordinaire); que, la réglette étant fixée dans cette position, on promène, en poussant la glissière dans la coulisse, la demi-circonférence divisée en parties de projections égales sur le diamètre, ce sera comme si l'on promenait une ligne formant avec le diamètre l'angle constant α , parallèlement à elle-même sur la demi-circonférence immobile; pour chacune des positions de la glissière on aura immédiatement, et on pourra lire les numéros des divisions inscrits aux deux points où l'arête de la réglette rencontre la demi-circonférence divisée et au point de rencontre de la même arête de la réglette avec le diamètre divisé en millimètres, ou son prolongement vers la gauche.

Or nous savons (voyez le *Bulletin* de 1868, 2^e série, t. XV, p. 474 et 526) que, en désignant par α l'avance angulaire du tiroir, c'est-à-dire l'angle dont le rayon, aboutissant au centre de l'excentrique conducteur de la manivelle, précède le rayon perpendiculaire à l'axe de la manivelle conductrice du piston, par R la distance maximum dont le tiroir s'écarte à droite et à gauche de sa position moyenne, par a l'avance linéaire du tiroir correspondante à l'avance angulaire α , c'est-à-dire la distance à laquelle le tiroir se trouve de sa position moyenne, au moment où la manivelle du piston passe par le point mort et où le piston est à l'origine de sa course, il existe entre le sinus de l'angle α , les longueurs R et a , la relation :

$$a = R \sin \alpha$$

(l'influence toujours très-faible de l'inclinaison variable de la bielle conductrice du tiroir étant négligée); nous savons aussi que, v désignant l'angle décrit par la manivelle conductrice du piston compté à partir de son passage par le point mort, et y la distance, correspondante à cet angle v , du tiroir à sa position moyenne, on a généralement

$$y = R \sin (v + \alpha),$$

et, en remplaçant R par sa valeur $\frac{a}{\sin \alpha}$,

$$y = \frac{a}{\sin \alpha} \sin (v + \alpha).$$

Il suit de là que, si l'on décrit une circonférence de cercle d'un diamètre égal au double de l'avance linéaire $2a$, et si l'on fait mouvoir, parallèlement à elle-même sur cette circonférence, une droite formant, avec le diamètre, un angle constant égal à l'avance angulaire α , cette simple figure donnera, pour chaque position de la droite, les valeurs simultanées de l'angle v et de la distance y , dont l'équation

$$y = R \sin (v + \alpha),$$

ou bien

$$y = \frac{a}{\sin \alpha} \sin (v + \alpha)$$

fournit la valeur numérique.

L'angle v sera l'angle au centre sous-tendu par l'arc compris entre l'extrémité du diamètre et l'un quelconque des deux points de rencontre de la droite et de la circonférence. La valeur correspondante de y sera la distance du centre au point d'intersection de la même droite et du diamètre.

Soit, par exemple, l'avance angulaire α fixée à 30° , on aura $\sin \alpha = \frac{1}{2}$, et, par suite, $y = 2a \sin (v + \alpha)$.

La valeur maxima de y correspond alors à $\sin (v + \alpha) = 1$ ou $v = 60^\circ$, l'écart maximum du tiroir à sa situation moyenne est égal au double de l'avance linéaire et le tiroir arrive à cette limite de son excursion, quand la manivelle conductrice du tiroir a tourné d'un angle de 60° à partir du point mort. Le piston (dans l'hypothèse d'une bielle de longueur infinie) aurait alors parcouru le quart de sa course.

Ces nombres permettent de vérifier l'exactitude des divisions tracées sur la règle de MM. Marcel Deprez et Jules Garnier.

Qu'on élève la règle de manière qu'elle soit inclinée de 30° sur le diamètre des demi-circonférences tracées sur la glissière et qu'elle reste fixée dans cette position, qu'on amène, en faisant couler la glissière, l'extrémité gauche du diamètre de la demi-circonférence divisée sous l'arête terminale du biseau de la règle, la même arête, si la division est correcte, doit recouper la circonférence au n° 75.

L'instrument nous montre ainsi que, lorsque la manivelle a tourné d'un angle de 120° à partir du point mort et que le piston aurait parcouru (dans l'hypothèse d'une bielle infinie) les $75/100$ de sa course entière, le tiroir repasse par la position qu'il occupait à l'origine même de la course du piston. Si, donc, l'admission de la vapeur dans le cylindre a commencé précisément au point mort, elle continuera jusqu'à ce que le piston ait parcouru les $75/100$ de sa course. Au point mort, l'angle v est nul, et l'avance linéaire a est représentée par le nombre 50 inscrit sur l'échelle tracée au bord de la glissière à l'extrémité gauche du diamètre de la demi-circonférence divisée en 100 parties, point où la réglette coupe cette échelle.

Qu'on pousse la glissière jusqu'à ce que la demi-circonférence divisée en 100 parties soit tangente à l'arête du biseau de la réglette; le point de contact, si la division est correcte, se trouvera au point de division de la circonférence n° 25, ce qui marque que le piston a parcouru les $25/100$ de sa course totale, la manivelle ayant tourné de 30° à partir du point mort. L'arête de la réglette doit rencontrer l'échelle qui prolonge le diamètre de la demi-circonférence au n° 100 de la division, dont le zéro est au centre de la circonférence. Ce nombre exprime l'écart maximum du tiroir de sa situation moyenne, l'avance linéaire étant représentée, comme nous l'avons vu, par 50. L'écart maximum est donc égal à l'avance linéaire multipliée par $\frac{100}{50}$, c'est-à-dire à deux fois l'avance linéaire.

Qu'on amène ensuite, en poussant la glissière, le zéro de la division de l'échelle, centre commun des demi-circonférences et des ellipses, sous l'arête du biseau de la réglette, cette arête devra recouper la circonférence divisée en degrés au 150° degré et la circonférence intérieure un peu au delà du n° 93 de la division. L'instrument nous montre ainsi que le tiroir passe par sa position moyenne quand l'angle v devient égal à 150° et lorsque le piston aurait parcouru (dans l'hypothèse d'une bielle infinie) un peu plus des $93/100$ de sa course totale. C'est alors que commencent la contre-pression et l'échappement anticipé quand le tiroir n'a ni recouvrement ni découvert à l'intérieur.

(Le calcul numérique donne, pour la fraction de la course du piston correspondante à une rotation de la manivelle de 150° , $933/1000$.)

Ainsi que le montre bien l'exemple simple qui précède, les longueurs linéaires absolues tracées sur l'échelle de la glissière de l'instrument de MM. Marcel Deprez et Jules Garnier se rapportent au millimètre pris pour

unité et à une avance linéaire représentée par 50 millimètres. Pour une avance linéaire quelconque, de m millimètres, les nombres lus sur l'échelle ne représentent donc pas les grandeurs réelles des longueurs à déterminer, telles que la demi-excursion du tiroir. Ces longueurs réelles sont obtenues en multipliant les nombres lus sur l'échelle de l'instrument par le rapport $\frac{m}{50}$, et réciproquement, si l'on a à porter sur l'instrument une longueur mesurée directement sur une machine, il faut multiplier préalablement la longueur réelle en millimètres par le rapport inverse $\frac{50}{m}$. Il est donc nécessaire, pour appliquer l'instrument à l'étude de la distribution d'une machine donnée, de connaître préalablement la grandeur de l'avance linéaire.

M. Marcel Deprez, dans une notice qui accompagne l'instrument, indique avec détail la manière de s'en servir et les principales applications pratiques qu'on peut en faire dans les ateliers de construction. Il montre comment peuvent et doivent être corrigés les résultats obtenus dans l'hypothèse d'une bielle de longueur infinie. Il fait voir le parti que l'on peut tirer de l'instrument pour apporter aux tiroirs des modifications qui égalisent l'étendue de l'admission de la vapeur et celle de la contre-pression sur les deux faces du piston.

L'appareil s'applique très-bien, comme l'auteur s'en est assuré, à la distribution obtenue du tiroir mené par deux excentriques réunis par une coulisse, disposée de manière à laisser l'avance à l'admission constante pour tous les crans de détente. Le tiroir, dans ce cas, se meut, à très-peu près, comme le ferait un tiroir mené par un seul excentrique ayant même course et même avance à l'admission que le tiroir mené par la coulisse.

L'instrument de MM. Marcel Deprez et Garnier commence à se répandre dans les ateliers de construction. Les ingénieurs qui l'ont étudié reconnaissent son utilité, qui augmentera à mesure que les mécaniciens en comprendront mieux l'usage et auront pris l'habitude de s'en servir. Il ne donne sans doute que des solutions approximatives; mais ces solutions suffisent, en général, pour la pratique et sont aussi exactes que celles qui résultent d'épures, qui sont embarrassantes à faire à cause de leurs grandes dimensions et exigent beaucoup de temps.

Votre comité des arts mécaniques a l'honneur de vous proposer :

De lui accorder votre approbation, d'ordonner l'impression, au *Bulletin*,

Tome XVIII. — 70^e année. 2^e série. — Juillet 1871.

18

de la notice descriptive, avec figures sur bois de l'instrument, rédigée par M. Marcel Deprez, ainsi que celle du présent rapport;

De faire délivrer gratuitement aux auteurs 200 exemplaires de cette publication.

Signé CH. COMBES, rapporteur.

Approuvé en séance, le 14 juillet 1871.

DIANÉMOMÈTRE OU RÈGLE A CALCULER LA DISTRIBUTION OBTENUE AU MOYEN D'UN TIROIR SIMPLE A RECOUVREMENTS CONDUIT PAR UN EXCENTRIQUE SIMPLE, UNE COULISSE QUELCONQUE OU LE SYSTÈME DEPREZ, PAR MM. MARCEL DEPREZ ET JULES GARNIER.

I. — *Description de la règle.* — Cet instrument se compose, figure 1 (page 132) :

1° D'une glissière A se mouvant dans une coulisse B.

2° D'une réglette C pouvant pivoter autour d'un point fixe D.

Sur la réglette on voit :

1° Un demi-cercle extérieur E divisé en degrés.

2° Un demi-cercle intérieur F, de 100 millimètres de diamètre, divisé en 100 parties qui sont les positions d'une manivelle à chaque centième de sa course. La bielle étant supposée d'abord infinie, le diamètre du demi-cercle F représente la course du piston.

3° De deux demi-ellipses ayant même grandeur et dont les petits axes sont : pour la première la moitié du grand axe, et pour la seconde le tiers.

II. — *Étude d'une distribution.* — On a supposé, dans la construction de la règle, que le recouvrement extérieur du tiroir ajouté à l'avance linéaire donnait une somme constante et égale à 50 millimètres. Dans le cas général, désignons par r le recouvrement extérieur supposé le même des deux côtés, par a l'avance linéaire, et par k et k' les rapports $\frac{50}{r+a}$ et $\frac{r+a}{50}$. Toutes les quantités linéaires (exprimées en millimètres), telles que recouvrement, ouverture maxima des lumières, course du tiroir, mesurées sur la machine devront être transportées sur la règle, après les avoir multipliées par $\frac{50}{r+a}$, et, au contraire, pour passer des longueurs lues sur l'échelle millimétrique de la règle aux quantités linéaires réelles qui se rapportent à la machine, il faudra les multiplier par $\frac{r+a}{50}$.

Pour fixer les idées, faisons :

$$r = 30 \text{ millimètres; } a = 5,$$

nous aurons :

$$\frac{50}{35} = 1,43 = k \text{ et } \frac{35}{50} = 0,7 = k'.$$

D'après ce que nous avons dit, les quantités qui sur la règle correspondront à r et à a seront :

$$r \times k \text{ et } a \times k,$$

ou bien :

$$30 \times 1,43 \text{ et } 5 \times 1,43,$$

qui donnent respectivement sur la règle pour le recouvrement et l'avance 43 millimètres et 7 millimètres.

III. — *Orientation de la règlette C.* — Pour connaître maintenant tous les ré-

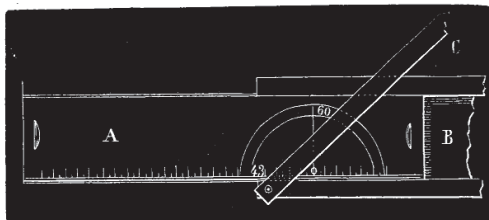


Fig. 2.

sultats de la distribution de l'exemple choisi et pour un cran quelconque, 60 pour 100 d'admission par exemple, plaçons l'instrument dans la position de la figure 2 (1), la règlette passant exactement par 43 millimètres ($= r \times k$), à gauche du centre O et par la division 60 du demi-cercle inté-

rieur; ceci fait, *ne touchons plus à la règlette C*, dont l'inclinaison va nous donner successivement toutes les conditions de la distribution.

IV. — *Mesure de la course du tiroir.* — Faisons courir la glissière A jusqu'à ce que la règlette C soit tangente au demi-cercle intérieur (fig. 3) et lisons, sur la ligne horizontale, la distance du zéro au point où la règlette la coupe, nous

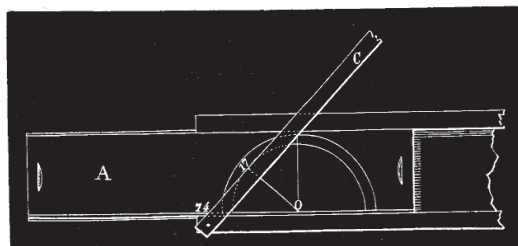


Fig. 3.

trouvons 74 millimètres, c'est la demi-course; donc $74 \times 2 = 148$ = la course entière; donc $148 \times k'$ ou

$$148 \times 0,7 = 103,6 \text{ millimètres}$$

= la course demandée.

V. — *Mesure de l'ouverture maxima des lumières.*

— La même position de la

règlette, figure 3, nous donne la mesure de l'ouverture maxima des lu-

(1) La figure 1, p. 132, représentant exactement l'instrument dans tous ses détails, les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 ne sont plus que de simples croquis pour la démonstration.

mières; elle est égale à la demi-course, moins le recouvrement; c'est-à-dire :

$$(74 - 43) \times k' = 31 \times 0,7 = 21,7 \text{ millimètres.}$$

On aurait encore l'ouverture maxima par la course que nous avons trouvée précédemment = 103,6 millimètres, en effet :

$$\frac{103,6}{2} - 30 = 21,8 = \text{l'ouverture maxima.}$$

VI. — *Situation du piston quand l'ouverture maxima a lieu.* — La règle étant toujours à la position de la figure 3, le chiffre qu'on lit au point de tangence du demi-cercle donne la situation exacte du piston; pour ce cas c'est 17 pour 100. Comme règle pratique, on peut contrôler cette lecture en faisant un peu courir la glissière A à gauche, et en regardant sur lequel des rayons la réglette C est perpendiculaire, ce rayon sera celui qui donne la position du piston.

Nous rappelons ici que toutes les quantités lues sur les deux demi-cercles sont réelles, sauf les influences de l'inclinaison de la bielle sur la manivelle que nous corrigerons plus tard. Les distances linéaires seules ont besoin d'être multipliées par k' pour être ramenées à la réalité.

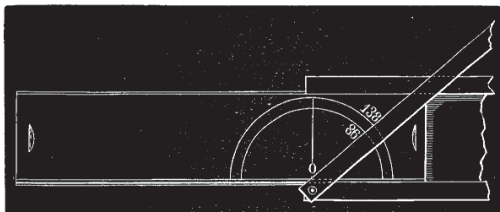


Fig. 4.

nuls; amenez la glissière à la position de la figure 4; le biseau de la réglette, passant par le centre, coupe le demi-cercle intérieur à la division 86 pour 100 de

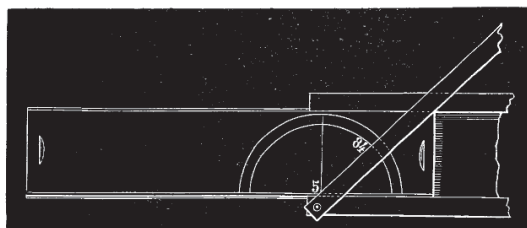


Fig. 5.

2° S'il y avait un recouvrement intérieur de 3^{mm},5 par exemple, il correspondrait sur la règle à $3,5 \times k = 3,5 \times 1,43 = 5$ millimètres; on mettrait la règle dans la position de la figure 5; la réglette étant à 5 millimètres à gauche du zéro, le point où

VII. — *Mesure de la compression.* — 1° Soient d'abord des recouvrements intérieurs des recouvrements intérieurs nuls; amenez la glissière à la position de la figure 4; le biseau de la réglette, passant par le centre, coupe le demi-cercle intérieur à la division 86 pour 100 de la course; c'est en ce point que commence précisément la compression, dont la durée sera, par conséquent, égale à :

$$100 - 86 = 14 \text{ pour 100.}$$

La compression est donc de 14 pour 100.

elle coupe le demi-cercle intérieur donne la nouvelle compression ; elle le coupe à 84 pour 100 de la course, donc elle est égale à :

$$100 - 84 = 26 \text{ pour } 100 \text{ de la course.}$$

3° Si le recouvrement intérieur était négatif (et de $3^{\text{mm}},5$ aussi) on placerait, figure 6,

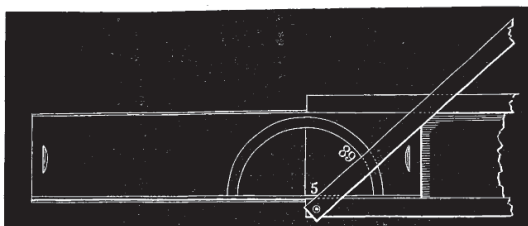


Fig. 6.

la réglette de 5 millimètres à droite du zéro et on lirait, sur le demi-cercle intérieur, la compression, qui serait alors de

$$100 - 89 = 11 \text{ pour } 100.$$

VIII. — Mesure de l'échappement anticipé. —

Même méthode que pour

la compression, si les recouvrements intérieurs sont nuls (fig. 4). Si les recouvrements intérieurs sont positifs, il faudra placer la réglette à droite (fig. 6). Si ces recouvrements sont négatifs, il faudra placer la réglette à gauche (fig. 5).

Exemple (mêmes recouvrements intérieurs que dans le paragraphe précédent) :

avec recouvrement intérieur nul,	échappement = 14 pour 100
— — positif de $3^{\text{mm}},5$,	— = 11 pour 100
— — négatif de $3^{\text{mm}},5$,	— = 16 pour 100.

IX. — Mesure de l'admission anticipée ou à contre-vapeur. —

Mettre dans la position de la figure 7 la réglette à 43 millimètres à droite du zéro, c'est-à-dire à la distance du recouvrement extérieur ($30 \times k = 30 \times 1,43 = 43$ millimètres). Nous lisons, sur le demi-cercle intérieur, 99,5 pour 100 de la course, donc

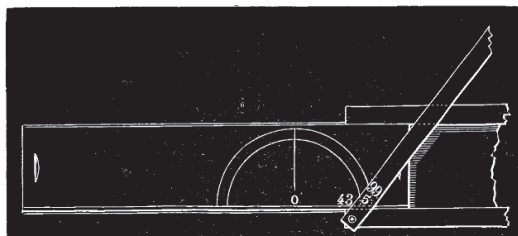


Fig. 7.

$$100 - 99,5 = 0,5 \text{ pour } 100.$$

L'admission anticipée a donc lieu pendant $0,5$ pour $100 = 1/2$ pour 100 de la course du piston.

X. — Mesure du rayon et du calage de l'excentrique qui produirait la dis-

tribution précédente. — Le rayon nous est donné par la figure 3, qui sert à mesurer la course du tiroir, car le rayon cherché est égal à la demi-course que nous connaissons déjà.

Quant à l'angle d'avance de l'excentrique, il sera précisément égal à l'inclinaison de la règle sur l'horizontale, et la figure 4 nous donnera cet angle qu'on lira sur le demi-cercle extérieur, divisé en degrés, = 42 degrés.

XI. — *Influence de la bielle.* — Les résultats que nous avons trouvés sont la *moyenne des résultats de la pratique*, mais il est facile, avec la règle, d'avoir la réalité pour chaque longueur de bielle et pour chaque demi-tour de la manivelle. Pour cela :

1° Multiplions 50 millimètres par le rapport de la bielle à la manivelle ; soit 5 ce rapport ; on a $50 \times 5 = 250$.

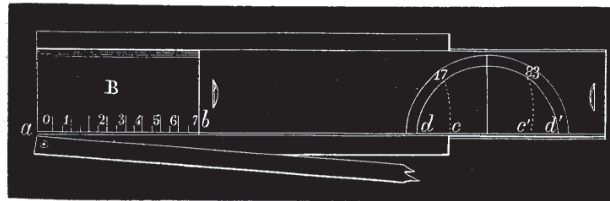


Fig. 8.

2° Prenons une ouverture de compas égale à ce produit 250 millimètres.

3° Plaçons la règle dans la position de la figure 8, de façon qu'il y ait plus de

250 millimètres entre l'extrémité gauche de l'instrument et l'extrémité gauche du demi-cercle intérieur.

XII. — *Rectification de la position du piston quand a lieu l'ouverture maxima.* — Nous avons vu (figure 3) que le piston était, à ce moment, à 17 pour 100. Plaçons notre compas à 17 pour 100 et son autre pointe au point où elle rencontrera la ligne *ab* tracée sur la coulisse B ; autour de ce dernier point comme centre traçons un arc de cercle qui coupera le diamètre en *c*, le nombre de millimètres contenu dans *cd* représente, en centièmes de la course du piston, la position *réelle* de ce dernier avec une bielle égale à cinq fois la manivelle. Nous trouvons 19,50 pour 100 de la course. Voilà pour un premier demi-tour de manivelle.

Pour le second demi-tour nous plaçons une des pointes du compas sur le demi-cercle intérieur à $100 - 17 = 83$, l'autre pointe sur la ligne *ab* ; de ce point, traçons un autre demi-cercle qui coupe le diamètre en *c'* ; la longueur *c'd'* = 14 millimètres = 14 pour 100 de la course du piston = la longueur cherchée.

Ainsi l'ouverture maxima a lieu à 19,50 pour 100 de la course dans un demi-tour de manivelle et dans l'autre à 14 pour 100 (moyenne 17 pour 100).

XIII. — *Rectification de la compression et de l'échappement anticipé.* — Nous avons trouvé 14 pour 100 de compression avec un tiroir sans recouvrement

intérieur et bielle infinie ; opérant comme ci-dessus sur le demi-cercle, en mettant successivement notre pointe de compas à 14 pour 100 en avant et en arrière de chacune des extrémités du diamètre, nous trouverons que, dans une demi-course, la compression commence à 15,5 pour 100 de la course du piston et dans l'autre à 11,5 pour 100. Pour égaliser la compression sur les deux faces du piston, cherchons la valeur des recouvrements intérieurs à donner pour que cette égalité ait lieu. Pour cela, plaçons successivement nos pointes de compas sur 14 millimètres (valeur moyenne de la compression) à droite et à gauche des deux extrémités du diamètre dd' , et sur la ligne ab (fig. 8) décrivons de ces derniers points deux arcs de cercle, ils coupent le demi-cercle intérieur aux points 12 pour 100 et 82,5 pour 100.

Ceci posé, plaçons la règle dans la position de la figure 2, et faisons coïncider successivement la réglette avec 12 pour 100 et 82,5 ; nous lirons deux valeurs, l'une à droite, l'autre à gauche du zéro ; elles représenteront respectivement la valeur du recouvrement qu'il faudra mettre intérieurement au tiroir, pour que la compression et l'échappement anticipé commencent à 14 pour 100 de chacune des courses du piston. Ces valeurs sont de 7 et 5 millimètres ; la première (à gauche du zéro) est un recouvrement intérieur positif de 7 millimètres ; la seconde, un recouvrement intérieur négatif de 5 millimètres ; n'oublions pas qu'il faudra multiplier ces deux recouvrements par le coefficient k' pour les ramener à la réalité d'une distribution.

XIV. — *Rectification de l'admission pour la rendre égale sur chaque face du piston.* — On procède exactement comme ci-dessus, sauf que les pointes de compas partent de 60 millimètres de chaque extrémité du diamètre dd' ; on recoupe le demi-cercle aux divisions 55 et $35 = 100 - 65$ pour 100 (60 millimètres sont pris pour le cas où la détente commence à 60 pour 100).

On remet encore la règle dans la position de la figure 2 et on fait passer la réglette par les divisions 55 et 65 du demi-cercle intérieur ; on lit les deux longueurs qu'elle recoupe sur le diamètre à gauche du zéro ; c'est 37 millimètres et 49 millimètres. *Telles sont les longueurs qu'il faut donner aux deux recouvrements extérieurs pour couper la vapeur à 60 pour 100 (multipliées par k').*

Quant à la position respective à donner aux recouvrements intérieurs et extérieurs que nous venons de trouver, on remarquera qu'ils doivent toujours être opposés, c'est-à-dire que le plus grand recouvrement extérieur est du même côté que le recouvrement intérieur négatif, et réciproquement ; de plus, le recouvrement extérieur le plus long doit être toujours placé le plus éloigné de l'arbre moteur, quel que soit son sens de rotation.

Il résulte de ce fait et de ce que les recouvrements intérieurs et extérieurs doivent être corrigés sensiblement de la même quantité pour une même admission qu'il suffira, si on a un tiroir symétrique, d'éloigner son centre de symétrie du milieu de la lumière d'échappement et à l'opposé de l'arbre moteur d'une longueur

égale à la correction qu'il faut faire subir aux recouvrements. Dans l'exemple précédent la moyenne des corrections des recouvrements extérieurs et intérieurs était de 6 millimètres; il faudrait donc, *pour ce cran-là*, écarter le tiroir de 6 millimètres en l'éloignant de l'arbre moteur.

Lorsque le mécanicien sera habitué à notre règle et qu'il en comprendra bien l'esprit, il pourra résoudre plusieurs problèmes de distribution qu'il serait trop long de donner ici, chercher, par exemple, les différentes valeurs à donner aux recouvrements intérieurs pour que la compression ou l'échappement anticipé commence à tel ou tel moment, etc.

XV. — *Remarques au sujet de nos systèmes de distribution.* — D'après ce que nous venons de voir, l'influence de la longueur de la bielle sur la symétrie de la distribution est plus sensible qu'on ne le pense généralement. Jusqu'ici, après avoir fait une épure fautive, puisqu'elle supposait la bielle infinie, on laissait au tâtonnement le soin de remédier toujours imparfaitement à ces défauts de symétrie. Il n'en est pas de même dans nos systèmes de distribution, qui donnent toujours une symétrie complète, c'est-à-dire les résultats fournis par le « dianémomètre » quand on y suppose la bielle infinie; c'est-à-dire que les choses se passent *comme si la bielle était infinie*, il n'est donc pas nécessaire d'inégaliser les recouvrements des tiroirs.

XVI. — *Appareil elliptique de distribution.* — On remarque (fig. 1) sur le diamètre deux demi-ellipses; elles ont pour but de donner les phases de la distribution produite dans une distribution spéciale due à M. Deprez, qui porte le nom de *distribution elliptique* et qui permet le changement de marche ainsi que la détente variable (1).

Ce système elliptique donne la distribution que le lecteur obtiendra si pour chaque degré de détente, au lieu de prendre les positions de la manivelle motrice sur le demi-cercle intérieur, il les prenait sur les points où la manivelle coupe l'une des deux ellipses. Sur le dianémomètre celles-ci ne sont divisées que de 5 en 5 de la course du piston.

N'ayant à répéter que ce qui a été dit pour le cercle, il nous semble inutile de redonner la marche à suivre, mais nous citerons les résultats d'un exemple pris sur l'ellipse dont le petit axe est la moitié du grand axe, en faisant observer que les résultats seraient encore améliorés si nous avions pris les positions de la manivelle sur l'ellipse la plus aplatie.

Supposons 100 millimètres pour le recouvrement extérieur d'un tiroir.

Zéro pour les recouvrements intérieurs.

(1) Voir, à cet égard, *Études sur la machine à vapeur de M. Ch. Combes*, membre de l'Institut. — Dunod, éditeur. Paris, 1869.

25 millimètres pour l'avance linéaire à l'admission (elle est constante dans tous ces appareils).

Admission.	Compression et échappement anticipé.	Admission à contre-vapeur.	Ouverture maxima.	Course du tiroir.
10 pour 100.	24,5 pour 100.	1 pour 100.	30 millimètres.	260 millimètres.
15 —	19 —	0,75 —	34,4 —	268,8 —
20 —	15,5 —	0,60 —	38 —	276 —
25 —	13 —	»	41,5 —	283 —
30 —	11,5 —	»	45 —	290 —
35 —	10,5 —	»	48,4 —	296,8 —
40 —	9,25 —	»	51,8 —	303,6 —
45 —	8,25 —	»	55,5 —	311 —
50 —	7,50 —	»	59,5 —	319 —
55 —	6,75 —	»	63,75 —	327,5 —
60 —	6 —	»	67,5 —	335 —
65 —	5,5 —	»	73 —	346 —
70 —	5 —	»	78,75 —	357,5 —
75 —	4 —	»	87 —	374 —
80 —	3,5 —	»	97,5 —	395 —
85 —	2,75 —	»	112,5 —	425 —
90 —	2 —	»	136,75 —	473,5 —

N. B. On verra que, dans ce cas, sur la règle, il faudra prendre 40 millimètres à gauche du 0 pour recouvrement extérieur et 10 millimètres d'avance.

Les coefficients k et k' seront 0,4 et 2,5.

D'après ce tableau, on voit que les avantages du système elliptique sont :

- 1° Ouverture très-grande pour les petites admissions.
- 2° Réduction de la compression et de la marche à contre-vapeur.
- 3° Diminution de la course du tiroir dans les grandes admissions.
- 4° Pas de correction à faire pour l'obliquité de la bielle, etc.

XVII. — *Coulisses à avance constante de Gooch, d'Allen, etc.* — Pour avoir la distribution correspondant à chaque cran d'admission, on opérera comme il a été dit dans l'exemple traité ci-dessus.

XVIII. — *Coulisse à avance variable de Stephenson.* — Le calcul de la distribution de ce genre de coulisse est un peu plus long, car, pour chaque cran d'admission, il faut connaître l'avance qui lui correspond et calculer de nouveaux coefficients k et k' . On opère ensuite comme il a été dit dans l'exemple ci-dessus.