

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 54 (1909)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Observations sur la ligne de mire indépendante Krupp  
**Autor:** Ritter von Eberhard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-338940>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Observations sur la ligne de mire indépendante Krupp

(Pl. XXI.)

Le représentant d'une fabrique de canons étrangère a remis à des intéressés la critique suivante de la ligne de mire indépendante Krupp :

### Note de calculs.

1. Calcul des variations de longueur d'un arc pour des variations égales de la longueur de la corde.

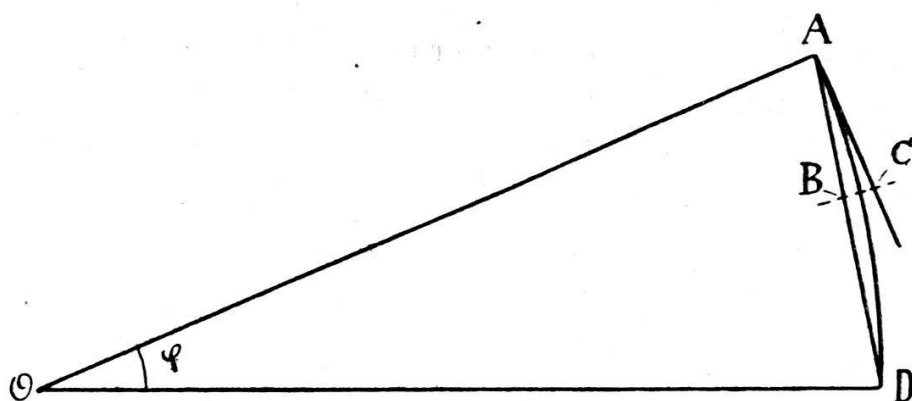


FIG. 1.

Considérons un arc de cercle du rayon  $OD$ .

Pour une très faible variation  $AB$  de la longueur de la corde  $AD$ , on peut admettre que le point  $C$  est à la fois sur la circonférence et sur la tangente et que l'angle  $ABC$  est droit.

$$\text{Comme l'angle } BAC = \frac{\varphi}{2},$$

$$\text{on aura } BC = AB \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$$

$$\text{ou bien } AC = BA \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\varphi}{2}}.$$

Si nous prenons  $AB$  égal au millième du rayon et si nous convenons de compter en millièmes de ce rayon, nous aurons :

$$AC = \sqrt{1 + tg^2 \frac{\varphi}{2}} \text{ millièmes.}$$

Nous aurons donc, en appliquant cette formule, la valeur de cette variation de l'arc correspondante à une variation de longueur de la corde de 1 millième de rayon pour les divers angles que nous considérerons.

*Application à l'appareil de pointage à ligne de mire indépendante système Krupp.*

2. Le schéma ci-joint, établi d'après les tracés publiés par la *Revue militaire suisse* du mois de juillet 1905, permet d'évaluer les données numériques pouvant servir à l'application de la formule qui précède à l'appareil de pointage à ligne de mire indépendante système Krupp.

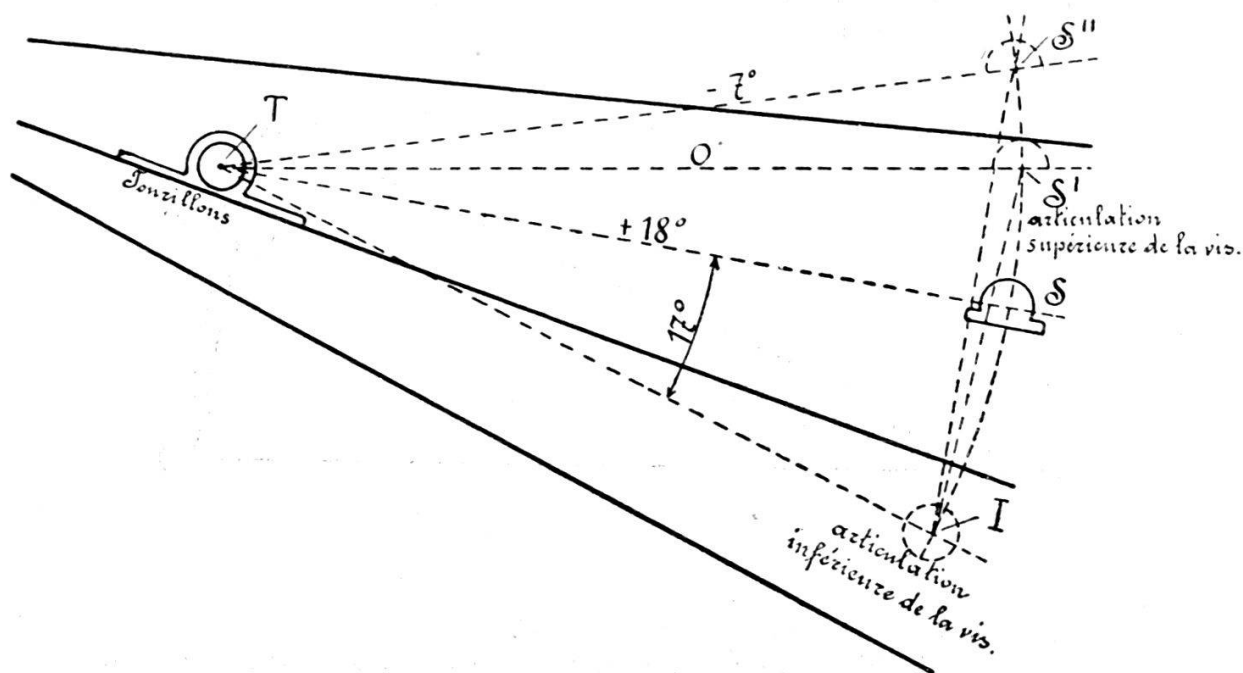


FIG. 2.

$T$  étant le centre de tourillons du porte-berceau (Fig. 2),  $I$  le centre de l'articulation inférieure de la vis de pointage et  $S$  celui de l'articulation supérieure de cette vis lorsque le canon est au pointage maximum positif (+ 18 degrés), l'angle  $STI$  est égal à  $17^\circ$ .

Lorsque le canon parcourt toute l'amplitude de son champ de tir vertical, de + 18 à - 7 degrés, l'angle  $STI$  variera de 17 à  $17 + 25$ , soit 42 degrés. Désignons par  $\alpha$  l'angle de tir, par  $\alpha$  l'angle  $STI$  correspondant à chacune des valeurs de  $\alpha$ . Appliquant la formule du paragraphe précédent, nous calculerons,

pour des valeurs de  $\alpha$  variant de 5 en 5 degrés, les valeurs successives de l'expression

$$\sqrt{1 + tg^2 \frac{\varphi}{2}};$$

nous aurons ainsi les variations successives de l'arc, c'est-à-dire de l'angle de tir, qui correspondent à des variations de 1 millièmme de la longueur de la vis de pointage, c'est-à-dire à des déplacements égaux du cadran des portées.

Nous formerons ainsi le tableau suivant :

$\alpha$	$\varphi$	$\frac{\varphi}{2}$	$tg \frac{\varphi}{2}$	$tg^2 \frac{\varphi}{2}$	$1 + tg^2 \frac{\varphi}{2}$	$\sqrt{1 + tg^2 \frac{\varphi}{2}}$
+ 18°	17°	8° 30	0,15	0,0225	1,022	1,011
+ 15°	20°	10°	0,176	0,031	1,031	1,015
+ 10°	25°	12° 30	0,222	0,049	1,049	1,025
+ 5°	30°	15°	0,268	0,072	1,072	1,035
0°	35°	17° 30	0,315	0,099	1,099	1,048
— 5°	40°	20°	0,364	0,132	1,132	1,064
— 7°	42°	21°	0,384	0,147	1,147	1,071

*Application des données précédentes à des cas concrets.*

3. Supposons que l'angle de site soit de + 5° et que l'affût soit incliné vers l'avant de 8° par rapport à sa position normale qui, comme on le sait, est celle où la plaque de crosse et le point d'appui des roues sont de niveau.

Il convient de remarquer que le cas envisagé est très ordinaire ; c'est celui du premier coup, la bêche n'étant pas enfoncée, ou d'un terrain dur où elle s'enfonce incomplètement, sans parler des terrains réellement inclinés vers l'avant.

Dans ces conditions, la première opération du pointage consistera à placer à l'angle 5° la ligne de mire et l'axe du canon, la hausse restant au zéro. Il faudra, à cet effet, en agissant sur la manivelle de gauche, déplacer le système canon et ligne de mire d'un angle positif de 13° compté à partir du zéro normal<sup>1</sup>.

La valeur de  $\varphi$  sera donc égale à 22°.

La seconde opération consistera à donner la hausse. Supposons-la de 100 millièmes. D'après le tableau du paragraphe qui précède, en déplaçant de 100 millièmes la vis de pointage pour une valeur de  $\varphi$  voisine de 20°, l'amplitude de l'arc parcouru par le point d'attache de la vis au porte-berceau, ou par l'axe du canon, sera de 101,5 millièmes ; ce sera la valeur exacte de l'angle de tir dans le cas qui nous occupe.

<sup>1</sup> Pour faciliter le langage, on appelle zéro normal la position du canon correspondant aux conditions suivantes : axe du canon parallèle à la ligne joignant le point d'appui des roues et la plaque de crosse.

Considérons maintenant un deuxième cas tout à fait ordinaire comme le premier : un angle de site de  $-2^\circ$ , un terrain incliné vers l'arrière de  $5^\circ$ , la bèche étant complètement enfoncée.

La première opération du pointage conduira à déplacer le système canon et ligne de mire d'un angle négatif de  $7^\circ$  par rapport au zéro normal, ce qui donnera pour  $\varphi$  la valeur de  $42^\circ$ .

Si on veut encore prendre 100 millièmes de hausse, en déplaçant de 100 millièmes la vis de pointage, on constate en se reportant au tableau du paragraphe précédent que l'arc parcouru sera de 107,1 millièmes, ce qui sera la valeur réelle de l'angle de tir dans le nouveau cas que nous étudions.

Conclusion :

Les chiffres qui précèdent montrent qu'avec des variations de terrain et de position du but ne sortant pas de l'ordinaire, une même hausse indiquée par le capitaine, correctement donnée par le servant par un même déplacement de la vis de pointage, peut conduire avec le dispositif Krupp à une différence d'angle de tir voisine de 5 millièmes, exactement 5,6 millièmes.

De pareilles différences sont inadmissibles.

Vis-à-vis de ces arguments, il convient de remarquer ce qui suit :

D'abord, on arrive à des résultats faux en appliquant à des écarts trop grands une formule différentielle telle qu'elle est employée par l'auteur de la critique précédente <sup>1)</sup> :

$$d(\text{Arc}) = d(\text{corde}) \sqrt{1 + \tan^2 \frac{\varphi}{2}}.$$

En effet, pour un rayon de 1000 mm., par exemple, la longueur de l'arc de  $42^\circ$  est de 733,04 mm. La corde correspondante est égale à  $2000 \times \sin 21^\circ = 716,73$  mm. En raccourcissant la corde de 100 millièmes, sa longueur devient de 616,73 mm. A cette corde correspond un angle au centre de  $35^\circ 55' 20''$ , et un

<sup>1)</sup> Elle résulte de l'équation :

$$\text{corde} = \text{Rayon} \cdot 2 \cdot \sin \frac{\varphi}{2};$$

par différenciation :

$$d(\text{corde}) = \text{Rayon} \cos \frac{\varphi}{2} d\varphi$$

$$= \cos \frac{\varphi}{2} d(\text{Arc})$$

ou

$$d(\text{corde}) = \frac{d(\text{Arc})}{\sqrt{1 + \tan^2 \frac{\varphi}{2}}}.$$

arc de 626,96 mm.; le raccourcissement de l'arc est donc de  $106,1 - 100 = 6,1$  millièmes supérieur à celui de la corde, et non pas de  $107,1 - 100 = 7,1$  millièmes comme le prétend la critique reproduite dans ce qui précède.

Quoi qu'il en soit, ce ne sont là que des bagatelles qui ne compromettraient que peu la valeur de l'étude. Mais il est évident, en outre, que son auteur ne connaissait pas suffisamment la ligne de mire indépendante Krupp; autrement il n'aurait pas représenté le fonctionnement de ce système cinématique par des formules qui n'y sont pas du tout applicables.

Avec la ligne de mire indépendante Krupp, les choses se passent, au contraire, comme suit :

Soient, à la fig. 1 :  $T$  l'axe des tourillons,  $S$  l'articulation supérieure de la vis de pointage,  $J$  son articulation inférieure; posons le rayon  $TS = TJ = 1000$  mm.; soient, en outre,  $y$  la longueur dont la vis de pointage intérieure est dégagée de la vis extérieure,  $z$  la longueur dont la vis extérieure est déplacée vers le bas.  $ST$  désignera schématiquement l'axe de l'âme,  $ZT$  la ligne de mire  $\varepsilon$  l'angle de site. En faisant tourner le cadran des portées d'une quantité correspondant à une augmentation de l'angle de hausse  $\alpha = ZTS$  de  $n$  degrés, la longueur de la partie dégagée de la vis de pointage intérieure diminuera de  $y$  à  $y_1$ ; en revanche, la tige de hausse est vissée hors de son logement fixé au berceau, et l'angle de hausse  $ZTS = \alpha$  est changé proportionnellement à la variation de longueur de la partie dégagée de la vis de pointage intérieure, c'est-à-dire de l'angle de  $n$  degrés.

On peut donc écrire :

$$\alpha_1 = \alpha + b(y - y_1)$$

où  $b$  représente un facteur de proportionnalité constant.

Si l'on pose en outre

$$\alpha_1 + by_1 = \alpha + by = a = \text{constant.},$$

il vient aussi

$$\alpha = a - by,$$

formule qui représente le rapport entre l'angle de hausse  $\alpha$  et la longueur de la partie dégagée  $y$  de la vis de pointage intérieure. En raccourcissant, à l'aide du cadran, la vis de pointage intérieure de  $y$  à  $y_1$ , l'angle  $\psi$  diminue de

$$\psi = 2 \operatorname{arc} \sin \frac{\frac{1}{2}(y - z)}{1000}$$

à

$$\psi_1 = 2 \operatorname{arc} \sin \frac{\frac{1}{2}(y_1 - z)}{1000};$$

en revanche, l'angle de hausse  $STZ$  croît de  $\alpha = a - by$  à  $\alpha_1 = a - by_1$ ,  $\alpha_1 - \alpha$  représentant l'angle dont on voulait augmenter l'angle  $STZ$  et qui correspond avec une *exactitude mathématique* avec le réglage du cadran, celui-ci ayant été gradué sur la base de l'angle  $STZ$ .

Afin que la position de la ligne de mire ne varie pas lors de ce changement de portée, il faut satisfaire à la condition

$$\alpha + \psi = \alpha_1 + \psi_1.$$

En réalité, cette condition n'est pas remplie avec une exactitude mathématique, l'amplitude de la variation de position de la ligne de mire, due à la variation de l'angle de tir de  $\alpha$  à  $\alpha_1$ , à l'aide du cadran, étant représentée par l'expression  $\alpha + \psi - (\alpha_1 + \psi_1)$ . Pour avoir à nouveau le pointage mathématiquement correct, il faut changer  $z$  en  $z_1$ , à l'aide de la vis de pointage extérieure, de manière à satisfaire à la condition :

$$\alpha + \psi = \alpha_1 + \psi_2,$$

où

$$\psi_2 = 2 \operatorname{arc} \sin \frac{y_1 - z_1}{2000}.$$

Nous prouverons plus loin que le déplacement de la ligne de mire qui se produit si l'on omet de changer  $z$  en  $z_1$ , se maintient dans des limites relativement plus étroites qu'on ne serait porté à le croire d'après l'étude reproduite plus haut in extenso. La différence  $(\alpha + \psi) - (\alpha_1 + \psi_1)$  n'entraîne d'ailleurs aucun inconvénient pratique, pour les raisons suivantes :

1° Chaque changement de portée rend nécessaire, en tout état de cause, une correction du pointage, en raison de la variation de la dérivation ; 2° le changement insignifiant, voire même minime, de  $z$  en  $z_1$ , à effectuer avec la vis de pointage extérieure pour remettre la ligne de mire à sa position primitive, n'est qu'une bagatelle pour le pointeur, étant donnée la division du travail due à l'emploi de la ligne de mire indépendante ; 3° la correction  $(\alpha + \psi) - (\alpha_1 + \psi_1)$  est *insignifiante au point de*

*n'influer aucunement, si on l'omet, sur la position du point de chute, ainsi qu'il sera démontré dans ce qui suit.*

Dans ce but, nous empruntons à une construction existante les données suivantes :

Le terrain étant horizontal, et la bêche enfoncée, l'angle  $JTH$  est égal à  $25^\circ$ ; donc, si l'axe de l'âme est horizontal, l'angle  $JTS$  est également  $= 25^\circ$ . Les plus grands angles de site  $\varepsilon$  permis par l'affût sont de  $+ 10^\circ$  et de  $- 10^\circ$ . Les plus grands angles de tir pouvant être donnés sont de  $16^\circ$  avec un angle de site  $0^\circ$ , et de  $8^\circ$  avec un angle de site positif de  $10^\circ$ . Soient en outre

$$\begin{aligned}\log a &= 1,40242, \\ a &= 25,259, \\ \log b &= 0,76605-2 \\ TS &= 1000 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Nous commencerons par examiner le cas de l'angle de site  $0^\circ$ , et, dans ces conditions, nous prendrons  $\varepsilon = 0$ , ce qui est sans autre admissible. Ce cas est représenté à la fig. 2.

Nous avons en premier lieu besoin de  $y_0$ , c'est-à-dire de la longueur  $SJ$  pour laquelle  $ZTS = \alpha_0 = 0$ .

L'équation :

$$\alpha = a - by$$

donne :

$$\alpha_0 = 0 = a - by_0$$

$$y_0 = \frac{a}{b}$$

En reportant les valeurs données, on a :

$$y_0 = 432,88 \text{ mm.}$$

$$\psi_0 = 2 \text{ arc sin } \frac{432,88}{2.1000} = 25^\circ$$

$$\alpha_0 + \psi_0 = 0^\circ + 25^\circ$$

En actionnant la manivelle du cadran jusqu'à ce que  $\alpha$  soit égale à  $3^\circ$ , nous aurons :

$$\alpha_1 = 3^\circ = a - by_1$$

$$y_1 = \frac{a - 3^\circ}{b} = \frac{22,259}{b} = 381,47$$

$$\psi_1 = 2 \text{ arc sin } \frac{381,47}{2.1000} = 21^\circ 59' 29''$$



$$\alpha_1 + \psi_1 = 24^\circ 59' 29''$$

$$Y_1 = (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_1 + \psi_1) = 31'' = 0,15 \text{ millièmes.}$$

En déplaçant ensuite le cadran de  $\alpha = 0$  à  $\alpha_2 = 6^\circ$ , nous aurons :

$$\alpha_2 = 6^\circ = a - by_2$$

$$y_2 = \frac{a - 6}{b} = \frac{19,259}{b} = 330,06$$

$$\psi_2 = 2 \text{ arc sin } \frac{330,06}{2.1000} = 18^\circ 59' 52''$$

$$(\alpha_2 + \psi_2) = 24^\circ 59' 52''$$

$$Y_2 = (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_2 + \psi_2) = 8'' = 0,04 \text{ millième.}$$

Nous mettrons successivement le cadran à  $\alpha_3 = 9^\circ$ ,  $\alpha_4 = 12^\circ$ ,  $\alpha_5 = 15^\circ$ ,  $\alpha_6 = 18^\circ$ ,  $\alpha_7 = 21^\circ$ . (Avec l'angle de site 0, sur lequel ce calcul est basé, l'affût pris comme point de départ ne permet, en réalité, qu'un angle de hausse atteignant jusqu'à  $16^\circ$ ). Nous trouvons alors :

$$\begin{aligned} y_3 &= 278,64 \\ Y_3 &= (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_3 + \psi_3) = -1' \\ &= -0,29 \text{ millième} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_4 &= 227,22 \\ Y_4 &= (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_4 + \psi_4) = -2' 50'' \\ &= -0,82 \text{ millième} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_5 &= 175,81 \\ Y_5 &= (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_5 + \psi_5) = -5' 12'' \\ &= -1,51 \text{ millième} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_6 &= 124,40 \\ Y_6 &= (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_6 + \psi_6) = -7' 45'' \\ &= -2,26 \text{ millièmes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_7 &= 72,99 \\ Y_7 &= (\alpha_0 + \psi_0) - (\alpha_7 + \psi_7) = -10' 52'' \\ &= -3,16 \text{ millièmes.} \end{aligned}$$

A la fig. 3, les écarts de la ligne de mire  $Y_i = \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_i + \psi_i)$  se trouvent portés en ordonnées, et les valeurs de  $\alpha_i$  en abscisses. Cette figure permet de reconnaître ce qui suit : En réglant le cadran des portées de  $\alpha_i$  à  $\alpha_k$ , l'angle de site étant 0, l'angle correct  $ZTS = \alpha_k$  est formé; la ligne de mire monte en même temps d'une quantité égale à  $Y_k - Y_i$ . Supposons qu'à des distances plus grandes un changement de hausse

de  $6^\circ$  représente le changement le plus considérable qui se présentera dans le tir sur un seul et même but (dans la pratique, un changement de cette amplitude ne se présentera guère, car avec les canons de campagne il correspond, aux distances en question, à un changement de portée d'environ 1500 m.); on trouve alors, pour le cas le plus défavorable, ou  $\alpha_k = 18^\circ$ ,  $\alpha_i = 12^\circ$ , un déplacement de la ligne de mire de

$$Y_3 - Y_1 = - 1,22 \text{ millième},$$

ce qui correspond, à la distance de 5000 m., à un écart en portée d'environ 17 m.

Aux petites distances, on peut admettre que l'angle de  $3^\circ =$  environ 1800 m. représente la variation pratique maxima survenant dans le tir sur un but immobile. En ce cas,

$$Y_2 - Y_1 = - 0,11 \text{ millième} = \text{un écart en portée d'environ 3 m.}$$

Considérons maintenant le cas d'un angle de site  $\varepsilon = - 10^\circ$ .

Dans ce but, nous réglons, à l'aide du cadran, la vis de pointage intérieure à  $y_0 = 432,88$  mm., donc la hausse à  $\alpha_0 = \text{ZTS} = 0^\circ$ , et nous dégageons la vis extérieure d'une quantité  $z_1$  (fig. 4), de manière à faire

$$y_0 + z_1 = 2.1000 \sin \frac{25^\circ + 10^\circ}{2}, \text{ donc}$$

$$y_0 + z_1 = 601,41 \text{ mm.}$$

$$\text{Puisque} \quad y_0 = 432,88 \quad \text{»}$$

$$\text{nous avons} \quad z_1 = 168,53 \quad \text{»}$$

En outre,  $\psi'_0$  est maintenant égal à  $\text{STJ} = 25^\circ + 10^\circ = 35^\circ$ .

En réglant ensuite, à l'aide du cadran, la vis intérieure à  $y_1 = 381,47$  mm., de manière à faire  $\text{ZTS} = \alpha_1 = 3^\circ$ , nous aurons  $\text{SJ} = y_1 + z_1 = 381,47 + 168,53 = 550$  mm.  $\psi'_1 = \text{STJ} = 2$  arc sin  $\frac{550}{2.1000} = 31^\circ 55' 25''$  et  $Y_1 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_1 + \psi'_1) = + 4' 35'' = + 1,34 \text{ millième}$ .

En déplaçant la vis intérieure, à l'aide du cadran, depuis  $y_0$  non à  $y_1$ , mais à  $y_2$ , il vient

$$\alpha_2 = 6^\circ, \text{ SJ} = y_2 + z_1 = 330,06 + 168,53 = 498,59 \text{ mm.}$$

$$\psi'_2 = 2 \text{ arc sin } \frac{498,59}{2.1000} = 28^\circ 52' 16''$$

$$Y_2 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_2 + \psi'_2) = + 7' 44'' = + 2,26 \text{ mill.}$$

De la même manière, on obtient, pour

$$\alpha_3 = 9^\circ : Y_3 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_3 + \psi'_3) = + 9' 36'' = \\ = + 2,79 \text{ millièmes.}$$

$$\alpha_4 = 12^\circ : Y_4 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_4 + \psi'_4) = + 10' 25'' = \\ = + 3,03 \text{ millièmes.}$$

$$\alpha_5 = 15^\circ : Y_5 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_5 + \psi'_5) = + 10' 18'' = \\ = + 3,00 \text{ millièmes.}$$

$$\alpha_6 = 18^\circ : Y_6 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_6 + \psi'_6) = + 9' 18'' = \\ = + 2,70 \text{ millièmes.}$$

$$\alpha_7 = 21^\circ : Y_7 = (\alpha_0 + \psi'_0) - (\alpha_7 + \psi'_7) = + 7' 40'' = \\ = + 2,23 \text{ millièmes.}$$

La figure 5 représente le cas de l'angle de site  $\varepsilon = - 10^\circ$ , tout comme la figure 3 le fait pour l'angle de site  $\varepsilon = 0$ .

De la figure 5 on peut déduire ce qui suit :

En passant, à l'aide du cadran, de  $\alpha = 12^\circ$  à  $\alpha = 18^\circ$ , la position de la ligne de mire varie de 0,33 millième, ce qui correspond à un écart en portée d'environ 5 m.

En passant de  $\alpha = 3^\circ$  à  $\alpha = 6^\circ$ , la position de la ligne de mire varie de 0,92 millième, ce qui correspond à un écart en portée d'environ 24 m.

Considérons maintenant le cas où  $\varepsilon = - 5^\circ$ . Nous mettrons d'abord, à l'aide du cadran, la hausse à  $\alpha = 0$ , de manière à faire  $y_0 = 432,88$  mm., et nous amènerons la ligne de mire à la position horizontale, à l'aide de la vis de pointage extérieure, de manière à faire  $z = 0$ . Nous déplacerons alors vers le haut la vis de pointage extérieure d'une quantité  $z_2$  (à déterminer dans ce qui suit), jusqu'à ce que la ligne de mire fasse l'angle de site  $\varepsilon = - 5^\circ$ .

De la figure 6 il s'ensuit :

$$y_0 + z_2 = 2.1000 \sin \frac{25^\circ + 5^\circ}{2} = 517,64,$$

puisque	$y_0$	=	432,88
il vient	$z_2$	=	84,76
	$\alpha_0 + \psi_0$	=	30°

Tout comme pour  $\varepsilon = - 10^\circ$ , on trouve maintenant pour

$$\alpha_1 = 3^\circ : y_1 + z_2 = 466,23, \psi''_1 = 2 \arcsin \frac{y_1 + z_2}{2000} = \\ = 26^\circ 57' 42''$$

$$\alpha_2 = 6^0 : y_2 + z_2 = 414,82, \psi''_2 = 2 \text{ arc sin } \frac{y_2 + z_2}{2000} = \\ = 23^0 56' 28''$$

$$\alpha_3 = 9^0 : y_3 + z_2 = 363,40, \psi''_3 = 2 \text{ arc sin } \frac{y_3 + z_2}{2000} = \\ = 20^0 56' 14''$$

$$\alpha_4 = 12^0 : y_4 + z_2 = 311,98, \psi''_4 = 2 \text{ arc sin } \frac{y_4 + z_2}{2000} = \\ = 17^0 56' 54''$$

$$\alpha_5 = 15^0 : y_5 + z_2 = 260,57, \psi''_5 = 2 \text{ arc sin } \frac{y_5 + z_2}{2000} = \\ = 14^0 58' 21''$$

$$\alpha_6 = 18^0 : y_6 + z_2 = 209,16, \psi''_6 = 2 \text{ arc sin } \frac{y_6 + z_2}{2000} = \\ = 12^0 0' 22''$$

$$\alpha_7 = 21^0 : y_7 + z_2 = 157,75, \psi''_7 = 2 \text{ arc sin } \frac{y_7 + z_2}{2000} = \\ = 9^0 2' 52''$$

d'où

$$\begin{aligned} Y_1 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_1 + \psi''_1) = 2' 18'' = 0,67 \text{ millième} \\ Y_2 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_2 + \psi''_2) = 3' 22'' = 1,02 \text{ »} \\ Y_3 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_3 + \psi''_3) = 3' 46'' = 1,10 \text{ »} \\ Y_4 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_4 + \psi''_4) = 3' 16'' = 0,95 \text{ »} \\ Y_5 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_5 + \psi''_5) = 1' 39'' = 0,48 \text{ »} \\ Y_6 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_6 + \psi''_6) = - 22'' = - 0,10 \text{ »} \\ Y_7 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_7 + \psi''_7) = - 2' 52'' = - 0,84 \text{ »} \end{aligned}$$

Les relations en question sont données par la figure 7, où  
 $Y_7 - Y_5 = 1,32 \text{ mill.} = \text{un écart en portée d'environ } 16 \text{ m.}$   
 $Y_2 - Y_1 = 0,35 \text{ » } = \text{ » } \text{ » } \text{ » } 9 \text{ m.}$

Nous faisons le même calcul pour  $\varepsilon = + 5^0$ .

L'angle de hausse maximum  $\alpha$  admis par l'affût est en ce cas de  $16^0 - 5^0 = 11^0$ .

Faisons, à l'aide du cadran,  $\alpha = 0$ ,  $y_0 = 432,88$ , et, à l'aide de la vis extérieure,  $z = 0$ . Puis, abaissons l'ensemble canon-ligne de mire, à l'aide de la vis extérieure, d'une quantité  $z$ , (à déterminer dans ce qui suit) jusqu'à ce que la ligne de mire fasse l'angle de site  $+ 5^0$  (v. fig. 8).

On a alors :

$$y_0 - z_3 = 2000 \sin \frac{25 - 5}{2}$$

$$y_0 - z_3 = 347,30$$

On avait

$$y_0 = 432,88$$

en sorte que

$$z_3 = 85,58$$

Nous trouvons pour :

$$\begin{aligned} \alpha_1 = 3^\circ : y_1 - z_3 &= 295,89, \psi_1''' = 2 \arcsin \frac{y_1 - z_3}{2000} = \\ &= 17^\circ 1', \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 = 6^\circ : y_2 - z_3 &= 244,48, \psi_2''' = 2 \arcsin \frac{y_2 - z_3}{2000} = \\ &= 14^\circ 2' 34'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_3 = 9^\circ : y_3 - z_3 &= 193,06, \psi_3''' = 2 \arcsin \frac{y_3 - z_3}{2000} = \\ &= 11^\circ 4' 43'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_4 = 12^\circ : y_4 - z_3 &= 141,64, \psi_4''' = 2 \arcsin \frac{y_4 - z_3}{2000} = \\ &= 8^\circ 7' 20'' \end{aligned}$$

donc :

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_1 + \psi_1''') = -1' = -0,29 \text{ mill.} \\ Y_2 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_2 + \psi_2''') = -2' 34'' = -0,74 \text{ »} \\ Y_3 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_3 + \psi_3''') = -4' 43'' = -1,37 \text{ »} \\ Y_4 &= \alpha_0 + \psi_0 - (\alpha_4 + \psi_4''') = -7' 20'' = -2,13 \text{ »} \end{aligned} \right\} \text{ (v. fig. 9)}$$

Il vient  $Y_3 - Y_2 = 0,63$  millièmes = un écart en portée d'environ 14 m.

Finalement, opérons de la même façon pour  $\varepsilon = +10^\circ$ . En ce cas, nous avons  $16^\circ - 10^\circ = 6^\circ$  comme valeur maximale de l'angle de hausse permis par l'affût.

Nous trouvons :

$$y_0 - z_4 = 2000 \sin \frac{25 - 10}{2} = 261,05$$

$$y_0 = 432,88$$

$$z_4 = 171,83$$

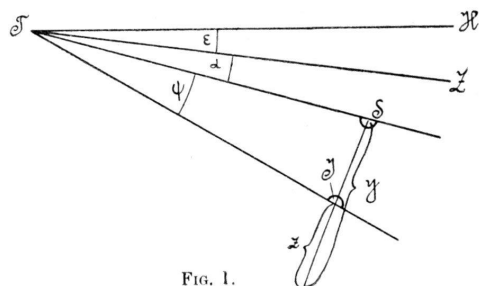


FIG. 1.

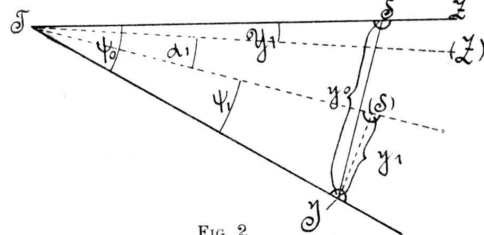


FIG. 2.

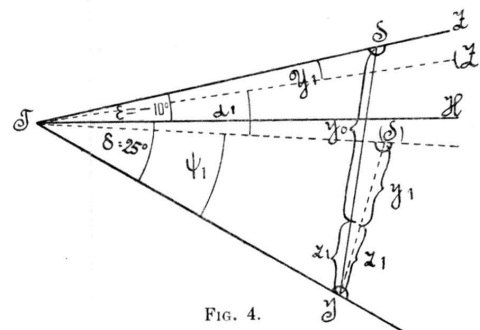


FIG. 4.

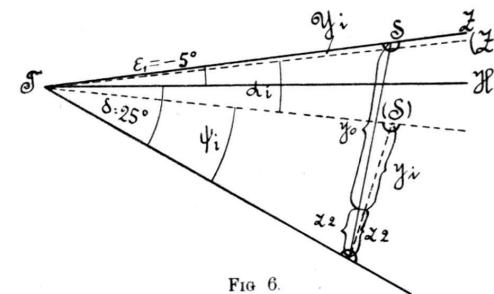


FIG. 6.

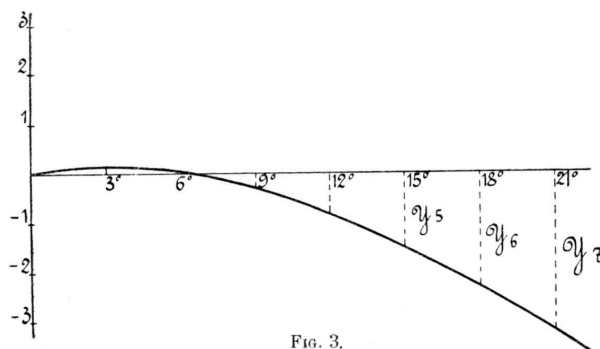


FIG. 3.

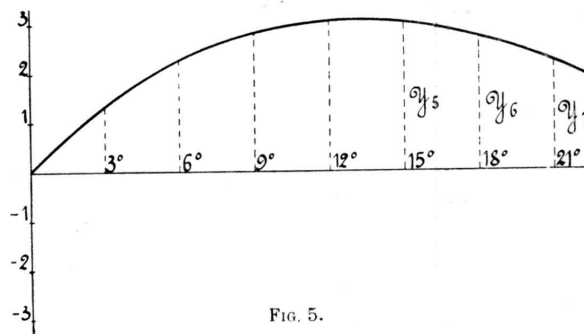


FIG. 5.

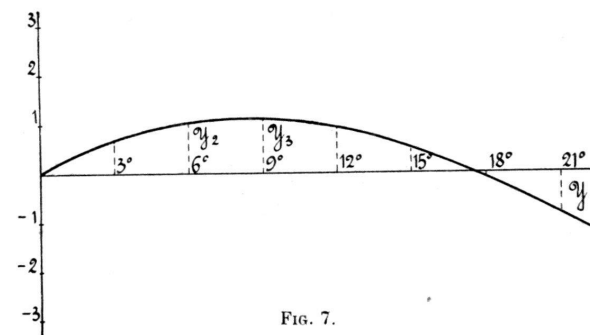


FIG. 7.

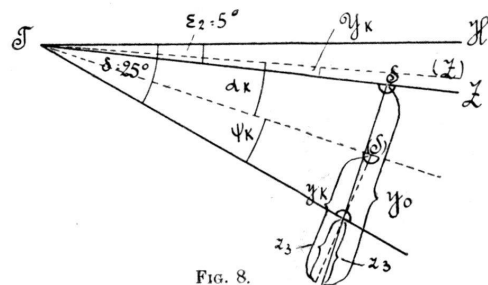


FIG. 8.

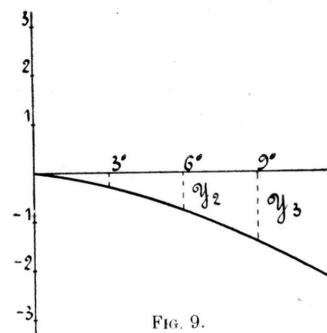


FIG. 9.

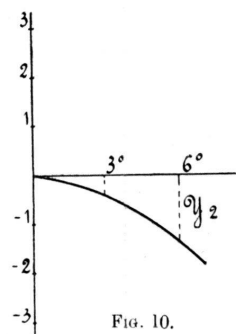


FIG. 10.

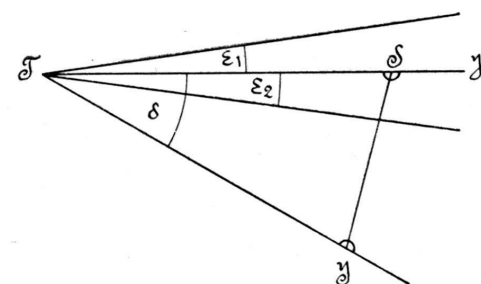


FIG. 11.

Pour  $\alpha = 3^{\circ} y_1 - z_4 = 209,64$

$$\psi_1^{(IV)} = 12^{\circ} 1' 21''$$

$$\alpha_2 = 6^{\circ} y_2 - z_4 = 158,23$$

$$\psi_2^{(IV)} = 9^{\circ} 4' 33''$$

donc

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= -1' 21'' = -0,39 \text{ millième} \\ Y_2 &= -4' 33'' = -1,32 \text{ »} \end{aligned} \right\} \text{ (v. fig. 10)}$$

Il vient  $Y_2 - Y_1 = 0,93$  millième = un écart en portée d'environ 25 m.

On voit que les écarts pouvant se produire lors de changements de portée d'une amplitude variant de 1000 à 2000 m., si le pointage n'est pas rectifié, sont toujours si faibles qu'ils restent dans les limites des dispersions.

Dans le tir contre des buts en mouvement, le pointeur doit toujours rectifier le pointage ; dans ces cas, il ne saurait par conséquent être question d'un inconvénient dû aux changements de portée.

Un point reste à considérer : Les explications qui précèdent supposaient que la pièce était installée sur un terrain horizontal, la bêche étant enfoncée. Si cela n'est pas le cas, si la plate-forme de tir présente une pente ascendante ou descendante dans la direction du tir, nos conclusions restent tout de même justes si l'on considère comme angle de site l'angle que fait la ligne de mire avec la ligne d'intersection du terrain et du plan de mire vertical.

Après avoir ainsi examiné quantitativement le problème, nous allons montrer de quelle manière on peut déterminer le rapport de transmission le plus approprié  $b$ .

En regardant les figures 3, 5, 7, 9 et 10, on trouvera que toutes les courbes, vues du côté des  $Y$  négatifs, sont concaves et que, l'angle de site allant en croissant, elles tournent autour de l'origine des coordonnées dans le sens des aiguilles d'une montre.

Il suffira, par conséquent, de prendre comme valeur limite supérieure l' $Y_7$  correspondant au plus grand angle de site négatif dans la fig. 5, et comme valeur limite inférieure, l' $Y_2$  correspondant au plus grand angle de site positif dans la figure 10.

Nous désignerons, à partir de ce moment, l' $Y_7$  pris dans la figure 5 par  $Y_i$  et l' $Y_2$  pris dans la figure 10 par  $Y_k$  en nous

réservant de déterminer plus tard la valeur numérique du rapport  $\frac{Y_k}{Y_i} = \gamma$ .

Soient, à la figure 11,  $\varepsilon_1$  le plus grand angle de site négatif,  $\varepsilon_2$  le plus grand angle de site positif permis par l'affût. Désignons en outre par  $\delta$  l'angle HTJ, par  $\alpha_i$  le plus grand angle  $\alpha$  possible entre la ligne de mire et l'axe de l'âme quand l'angle de site  $= \varepsilon_1$ ; par  $\alpha_k$  le plus grand angle possible  $\alpha$  entre la ligne de mire et l'axe de l'âme, quand l'angle de site  $= \varepsilon_2$ ; par  $z_2$  (v. fig. 6) la quantité  $z$  de laquelle la vis de pointage intérieure doit être vissée vers le haut, depuis sa position zéro, pour que la ligne de mire,  $-\alpha$  étant 0, donc  $y = y_0$  — forme l'angle de site  $\varepsilon_1$ ; par  $z_3$  (v. fig. 8) la quantité  $z$  de laquelle la vis de pointage extérieure doit être déplacée vers le bas, pour que la ligne de mire forme l'angle de site  $\varepsilon_2 - \alpha$  étant 0, donc  $y = y_0$ .

Considérons comme position zéro de la vis de pointage extérieure, celle où (v. fig. 11)  $\alpha$  étant 0, donc  $y = y_0$ , et  $z$  étant 0, la ligne de mire, donc l'axe de l'âme aussi, est horizontale, c'est-à-dire forme avec JT l'angle JTS  $= \delta$ .

On peut alors écrire les équations suivantes :

1<sup>o</sup> *Cas de l'angle de site zéro (fig. 11).*

$$\text{Pour} \quad a - by_0 = 0, \quad (1)$$

$$\text{on a} \quad y_0 = 2r \sin \frac{\delta}{2}. \quad (2)$$

2<sup>o</sup> *Cas de l'angle de site  $\varepsilon_1$  (fig. 6).*

$$\begin{aligned} \text{Pour} \quad a - by_0 &= 0, \\ y_0 + z_2 &= 2r \sin \frac{\delta + \varepsilon_1}{2}. \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{Pour} \quad a - by_i = \alpha_i \quad (4)$$

$$y_i + z_2 = 2r \sin \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i - Y_i}{2} \quad (5)$$

où  $Y_i$  représente l'erreur susmentionnée qui est encore à déterminer.

3<sup>o</sup> *Cas de l'angle de site  $\varepsilon_2$  (fig. 8).*

$$\begin{aligned} \text{Pour} \quad a - by_0 &= 0 \\ y_0 - z_3 &= 2r \sin \frac{\delta - \varepsilon_2}{2}. \end{aligned} \quad (6)$$



Pour  $a - b y_k = \alpha_k$  (7)

$$y_k - z_3 = 2r \sin \frac{\delta - \varepsilon_2 + Y_k - \alpha_k}{2} \quad (8)$$

Soit en outre

$$Y_k = \gamma Y_i.$$

De l'équation (8) il vient alors

$$y_k - z_3 = 2r \sin \frac{\delta - \varepsilon_2 - \alpha_k + \gamma Y_i}{2} \quad (9)$$

Les équations (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) et (9) sont 8 équations pour les 8 inconnues  $a$ ,  $b$ ,  $y_0$ ,  $z_2$ ,  $z_3$ ,  $y_i$ ,  $y_k$ ,  $Y_i$ .

L'équation (2) donne d'abord :

$$y_0 = 2r \sin \frac{\delta}{2} \quad (1')$$

De (1) et (4), on tire :

$$y_0 - y_i = \frac{\alpha_i}{b} \quad (2')$$

De (1) et (7) :

$$y_0 - y_k = \frac{\alpha_k}{b} \quad (3)$$

De (3) et (5) :

$$y_0 - y_i = 2r \left( \sin \frac{\delta + \varepsilon_1}{2} - \sin \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i - Y_i}{2} \right) \quad (10)$$

Or, comme la valeur de  $Y_i$  est très faible, par rapport à  $\delta + \varepsilon - \alpha_i$ , il vient, d'après la formule :

$$f\left(w - \frac{Y_i}{2}\right) = f(w) - \frac{Y_i}{2} f'(w)$$

$$\sin \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i - Y_i}{2} = \sin \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i}{2} - \frac{Y_i}{2} \cos \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i}{2}$$

en sorte que

$$\begin{aligned} y_0 - y_i &= 2r \left( \sin \frac{\delta + \varepsilon_1}{2} - \sin \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i}{2} \right) \\ &\quad + r Y_i \cos \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i}{2} \end{aligned}$$

où si l'on pose

$$\sin \frac{\delta + \varepsilon_1}{2} - \sin \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i}{2} = A \quad (11)$$

$$\text{et} \quad \cos \frac{\delta + \varepsilon_1 - \alpha_i}{2} = B \quad (12)$$

$$y_0 - y_i = 2r A + r Y_i B. \quad (4')$$

De (6) et (9) on tire :

$$y_0 - y_k = 2r \left( \sin \frac{\delta - \varepsilon_2}{2} - \sin \frac{\delta - \varepsilon_2 - \alpha_k + \gamma Y_i}{2} \right)$$

ou, en procédant comme ci-dessus, en posant :

$$\sin \frac{\delta - \varepsilon_2}{2} - \sin \frac{\delta - \varepsilon_2 - \alpha_k}{2} = C \quad (13)$$

$$\text{et} \quad \cos \frac{\delta - \varepsilon_2 - \alpha_k}{2} = D \quad (14)$$

il vient

$$y_k - y_0 = 2r C - r Y_i \gamma D. \quad (5')$$

Les équations (1'), (2'), (3'), (4') et (5') suffisent pour déterminer

$$y_0, y_i, y_k, b \text{ et } Y_i.$$

En portant (2') dans (4') et (3') dans (5'), et en divisant ensuite (4') par (5'), on a

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_k} = \frac{2r A + r Y_i B}{2r C - r Y_i \gamma D}$$

d'où

$$Y_i = \frac{2 C \frac{\alpha_i}{\alpha_k} - A}{B + \frac{\alpha_i}{\alpha_k} \gamma \cdot D}$$

On pose d'abord  $\gamma$  approximativement égal à  $\sqrt{\frac{\alpha_k}{\alpha_i}}$ , et on calcule  $Y_i$  et  $Y_k = \gamma Y_i$  à l'aide de (15). Puis, on choisit pour  $\gamma$  d'autres valeurs et on calcule les valeurs correspondantes de  $Y_i$  et  $Y_k$ . De cette manière, on trouvera bientôt la valeur la plus appropriée de  $\gamma$ .

Si  $Y_i$  est connu,  $y_i$  résulte de (4') et (1'), donc  $b$  de (2') et  $a$  de (1).

Le rapport de transmission le plus convenable  $b$  étant trouvé, les déplacements de la ligne de mire dus à des variations de portée de 1000 à 2000 m., données à l'aide du cadran, restent

si insignifiants qu'ils n'atteignent pas, tant s'en faut, les limites des dispersions, si le pointeur a, par mégarde, omis de maintenir la ligne de mire exactement sur le but. Il est donc évident qu'on ne saurait opposer l'objection purement théorique et pratiquement insignifiante qui est soulevée dans l'étude précitée, aux grands avantages suffisamment connus de la ligne de mire indépendante Krupp (obliquité de la hausse, manque absolu d'embrayages à actionner à la main, élimination de l'influence d'une différence de niveau des roues, contrôle de l'angle de tir donnée au canon au moyen de la graduation de la tige de hausse, possibilité de supprimer instantanément l'indépendance de la ligne de mire).

RITTER VON EBERHARD  
de la Maison F. Krupp, S. A.

