

Les téléètres

Autor(en): **Hausammann**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue Militaire Suisse**

Band (Jahr): **66 (1921)**

Heft 4

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-340430>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les télémètres.

En campagne, la détermination de la distance batterie-but est de toute importance, car sans la connaissance de cet élément de tir duquel découlent tous les autres (angle de tir, site, durée,) on ne peut ouvrir rapidement un feu efficace.

Si l'on possède une carte à grande échelle et des postes de commandement dominant le terrain, comme cela se présente dans certaines régions de notre pays, il est assez facile de situer un but avec exactitude et de mesurer, sur la carte, sa distance à la batterie. Mais c'est l'exception, et en général, les cartes à petite échelle, le manque d'observatoires élevés, ne permettent que difficilement de situer l'objectif à battre : c'est le cas dans les plaines. Dans l'air, où l'absence de points de repère ne permet pas de fixer la position d'un aéronef, but essentiellement mobile, la difficulté de déterminer sa distance à la batterie est considérable.

En utilisant des appareils plus ou moins compliqués, on peut actuellement mesurer la distance du but avec une précision relativement grande et en un temps très court : ce sont les télémètres, instruments de toute beauté et d'une construction délicate.

Le télémètre est un instrument d'optique qui mesure la distance d'un point, avec un seul observateur et d'une seule station, sans que l'opérateur doive se déplacer dans la direction du point. Le télémètre monostatique peut être monoculaire ou binoculaire ; le premier est basé sur la résolution des triangles rectangles, le second sur la vision binoculaire.

Mais les deux types se composent, en principe, des mêmes organes principaux : enveloppe extérieure E, supportant à ses extrémités des prismes à réflexion totale, $P_1 P_2$ et l'oculaire Oc. Elle renferme un tube ou poutrelle qui porte les deux objectifs O_1 et O_2 , les prismes centraux, le jeu de prismes déviateurs, le prisme de réglage et l'échelle des distances. (Fig. 1).

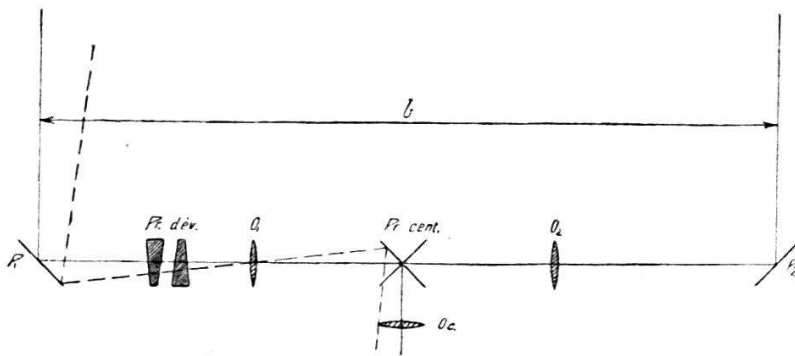
L'enveloppe renferme le tube, de façon à lui éviter toute déformation, et l'abrite des variations de température locales.

La longueur b , d'axe en axe des prismes $P_1 P_2$ est la base de l'instrument, qui est invariable, et forme un côté connu d'un triangle dont un des angles est droit et l'autre, variable, peut être mesuré. (Fig. 2.)

TÉLÉMÈTRE MONOCULAIRE.

Le télémètre monoculaire peut être à coïncidence ou à image renversée. Son principe est le suivant :

Les rayons lumineux émis par un objet B, pénètrent dans l'instrument par les glaces d'entrée, subissent une double réflexion sur les prismes P_1 et P_2 , et sont renvoyés dans deux directions perpendiculaires à leur direction primitive. Ces deux rayons lumineux sont repris par les objectifs O_1 et O_2 réfléchis par le système de prismes centraux, de façon à former deux images de l'objet, images qui sont observées par l'oculaire O_c .



Lorsque l'objet B est à une distance infinie, les deux rayons lumineux peuvent être considérés comme parallèles ; le réglage de l'instrument est fait de sorte que les deux images coïncident.

Lorsque l'objet B est à une distance finie, les deux rayons incidents forment entre eux un angle β qui dépend de la distance de B. Les deux images sont distinctes et leur écartement est d'autant plus grand que la distance est plus petite. Cet écartement est vu sous l'angle $G\beta$, où G est le grossisse-

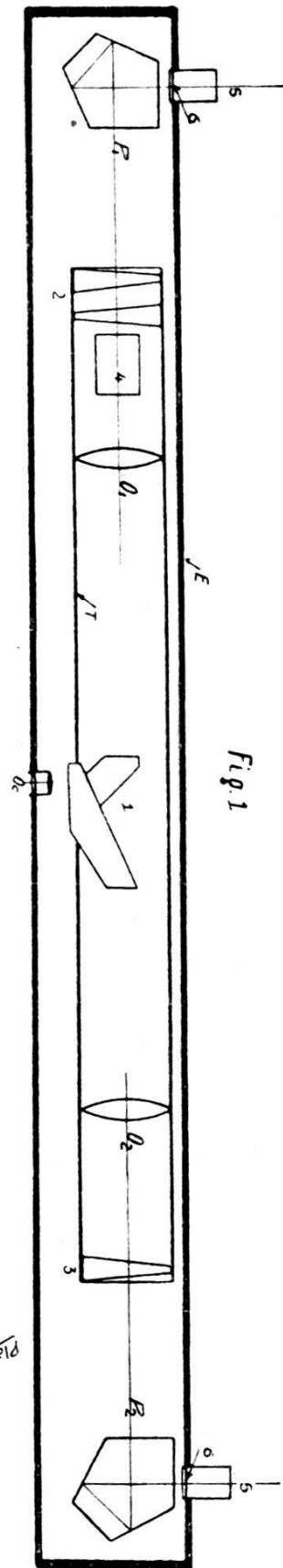


Fig. 1

1 Prismes centraux. 2 Prismes déviateurs. 3 Correcteur. 4 Tambour des distances.
 5 Tubes para-soleil. 6 Glaces d'entrée. 1 Tube.

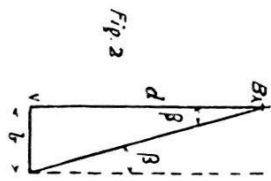


Fig. 2

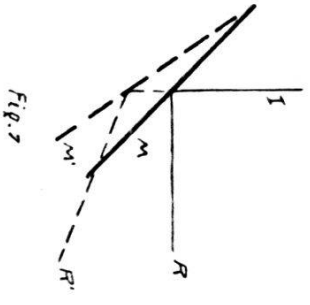


Fig. 7

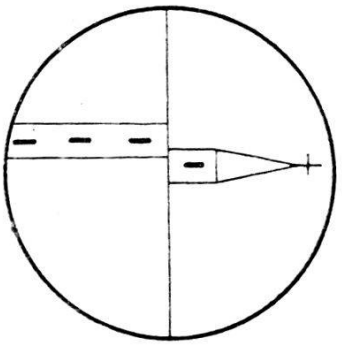


Fig. 3

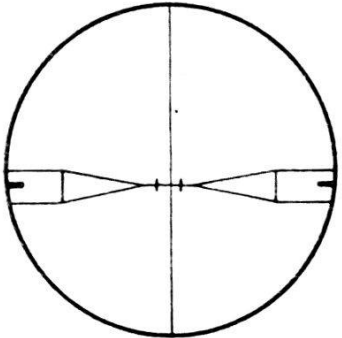


Fig. 4

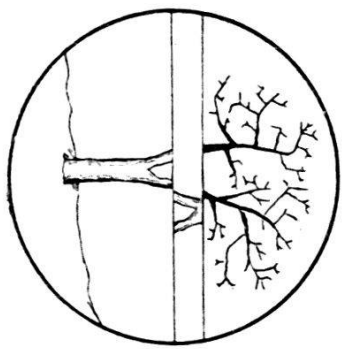


Fig. 5

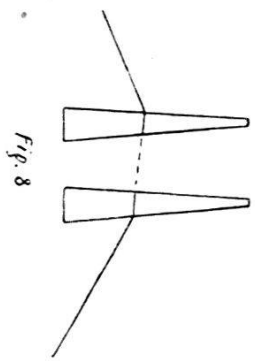
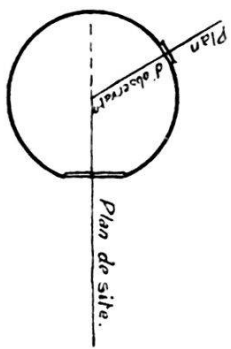


Fig. 8

ment de l'instrument et β la parallaxe $\frac{b}{d}$ du point B par rapport à la base de l'instrument. On pourrait mesurer cet écartement des images, écartement qui augmente à mesure que la distance diminue, et en déduire la distance du point ; mais on y renonce parce que la construction est trop compliquée et la précision trop faible.

La mesure de la distance est effectuée en rétablissant la coïncidence des images, c'est-à-dire en faisant dévier le pinceau lumineux de l'angle β , et on mesure le déplacement angulaire du pinceau lumineux. A cet effet, on interpose sur le trajet du pinceau lumineux, qui partant de l'objet, traverse un des objectifs, un jeu de prismes déviateurs ; ces prismes peuvent recevoir un mouvement de rotation qui dévie le pinceau lumineux et amène la coïncidence des images. Les prismes tournent en sens contraire l'un de l'autre, autour du rayon réfléchi, pris comme axe. La rotation des prismes, tout en déplaçant une des images par rapport à l'autre, entraîne un tambour et permet de lui faire marquer la position pour laquelle les deux images coïncident. Ce tambour est gradué en distance. On lit, ainsi, directement, la distance du point.

Les prismes centraux ne réfléchissent qu'une partie des images données par les objectifs. Le paysage vu dans l'oculaire paraît divisé en deux parties séparées par une ligne de séparation ou de réglage : une image provient de l'objectif de gauche, l'autre de l'objectif de droite.

Le télémètre à coïncidence donne l'image représentée dans la fig. 3 et le télémètre à image renversée celle des fig. 4 et 5.

TÉLÉMÈTRE BINOCULAIRE.

Le télémètre binoculaire est stéréoscopique ; il repose sur la vision binoculaire, phénomène physiologique complexe qui permet de situer dans l'espace, les objets que l'on regarde avec les deux yeux.

Le principe est le suivant : chacun des prismes centraux réfléchit l'image totale donnée par l'objectif correspondant, ces deux images étant examinées avec des oculaires dont l'é-

cartement est égal à celui des yeux. Dans le plan focal de chaque oculaire, où se forme l'image, se trouve un réticule portant une série de repères. La vision stéréoscopique de ces repères

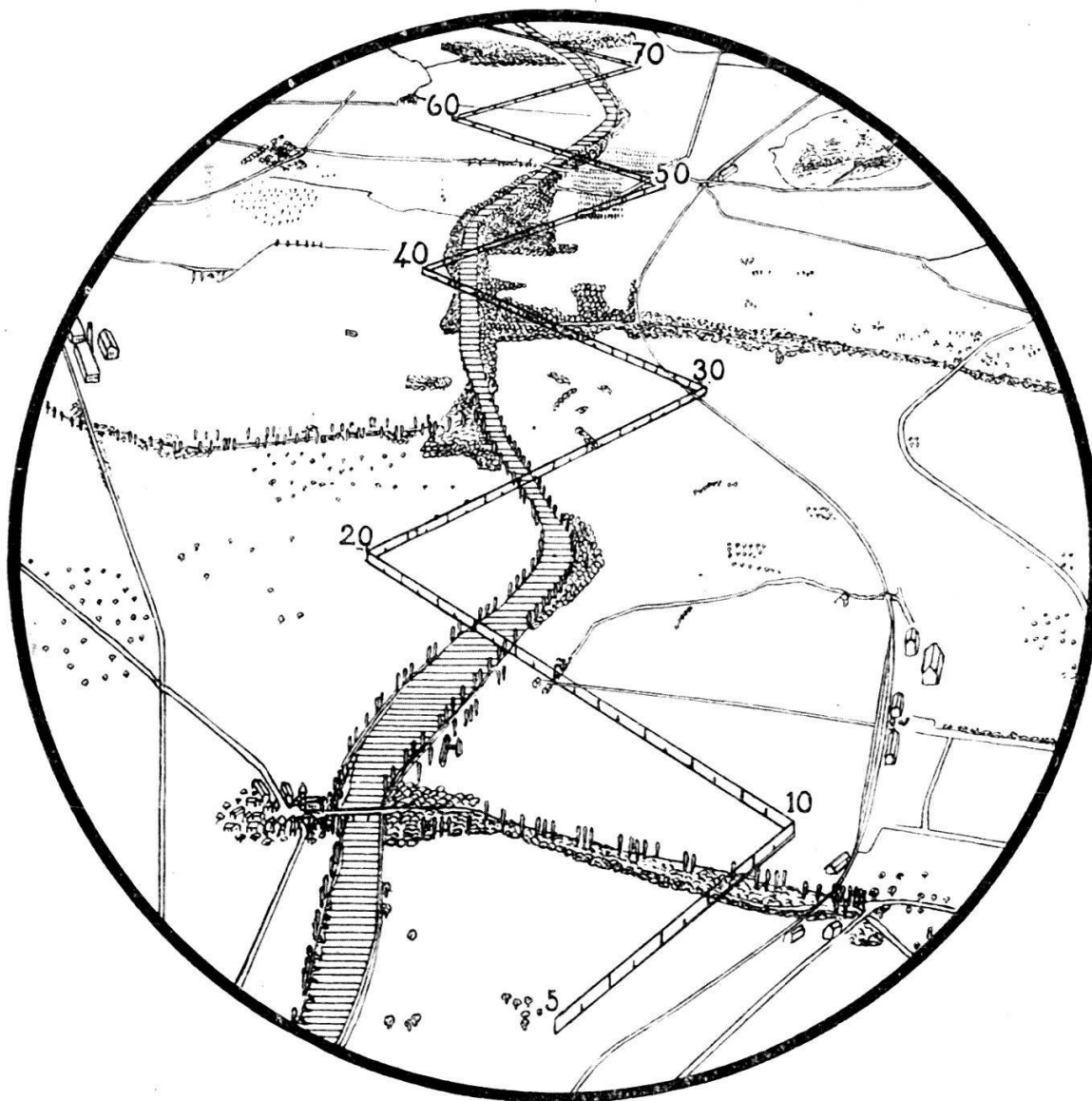


Fig. 6.

donne l'impression de poteaux qui s'éloignent en suivant les sinuosités d'une route qui monte en lacets. La distance de chacun des poteaux est connue et inscrite.

Pour évaluer la distance d'un but, on le vise dans l'instrument ; son image apparaîtra en même temps que celle des poteaux. La vision stéréoscopique permettra de voir que le but se trouve à la même distance que l'un des poteaux ; on

aura ainsi la distance cherchée. C'est le télémètre à repères fixes. (Fig. 6). Il existe d'autres types de télémètres stéréoscopiques mais qui n'offrent pas d'intérêt immédiat pour nous.

Au point de vue de la construction, les télémètres à coïncidence et stéréoscopiques sont aussi parfaits l'un que l'autre, mais l'emploi du second est plus difficile : la vision stéréoscopique exige une éducation à laquelle tout le monde n'est pas apte, une excellente acuité visuelle des deux yeux et une sélection très soignée des télémétreurs.

Le télémètre à coïncidence est d'un emploi plus facile pour une armée qui ne dispose que de courtes périodes pour son instruction. Cet instrument, excellent pour un but immobile, à arêtes vives, nettes, devient peu précis pour un but à déplacements rapides et difficile à suivre, car il est incommode de mettre en coïncidence deux images d'un objet peu net et mobile.

PRÉCISION DES MESURES.

Avant de définir l'erreur, il faut fixer la notion d'acuité visuelle.

Le pouvoir séparateur de l'œil est le plus petit angle sous lequel l'œil peut distinguer la forme d'un objet. Regardons deux traits distants de 1 mm. ; de près nous distinguons nettement les deux traits ; éloignons-nous, les deux traits paraîtront se confondre à partir d'une certaine distance. Pour un œil moyen, cette distance est de 3000 mm. Si l'intervalle entre les traits double ou triple, la distance à partir de laquelle les traits seront confondus sera aussi double ou triple.

Cela revient à dire que les deux traits seront confondus lorsqu'ils seront vus sous un angle égal ou inférieur à une certaine valeur $\frac{1}{\mu}$, dans le cas considéré $\frac{1}{3000}$.

L'acuité visuelle de l'œil est d'autant plus grande que cet angle est plus petit ; elle est définie par la valeur μ . On peut donc prendre pour mesure de l'acuité visuelle le chiffre de distance à laquelle on cesse d'apercevoir l'intervalle entre les deux traits, cet intervalle étant pris comme unité de mesure.

Pour un œil moyen, le pouvoir séparateur est de une minute 1' d'angle. Mais d'après des expériences faites en France et en Allemagne, on a obtenu un angle de 10'', soit la possibilité de voir une longueur de 0,05 m., à 1000 m. et c'est cette valeur que Zeiss admet. Cela revient à dire que l'on peut distinguer tout objet vu sous un angle de 10''.

L'acuité visuelle d'un œil n'est pas susceptible d'une mesure rigoureuse · elle est sujette à varier d'une observation à une autre, même si l'œil n'est pas fatigué et dans des conditions d'éclairement bien déterminées. Elle est plus faible si l'œil est fatigué ou si l'objet est mal éclairé ou peu net. Elle est différente d'un observateur à un autre. L'exercice augmente la valeur de l'acuité visuelle.

Il en résulte que deux mesures successives donneront, en général, deux valeurs voisines, mais non identiques pour le pouvoir séparateur de l'œil, même si l'œil n'est pas fatigué et sans que l'éclairage de l'objet change. On pourrait trouver la valeur de l'acuité visuelle à $\frac{1}{10}$ près, ce qui dans l'exemple où $\mu = 3000$, donnerait deux distances 2700 mm. et 3300 mm., à partir desquelles les deux traits paraîtraient se confondre.

L'erreur commise sur la mesure de la distance est proportionnelle au carré de la distance; mais elle est inversement proportionnelle à l'acuité visuelle, à la grandeur de la base et au grossissement. Elle diminue avec l'aptitude et l'entraînement du télémètreur, avec la bien-facture de l'instrument et pour des conditions d'observation excellentes.

Les conditions les plus favorables d'observation sont une atmosphère calme, un temps clair, un bon éclairage; elles se réalisent plus fréquemment en montagne où l'air est plus pur et plus transparent qu'en plaine. La neige, la pluie ou le brouillard rendent les mesures impossibles.

Une très bonne acuité visuelle augmente la précision des lectures, c'est pourquoi il faut être sévère dans le choix des télémètreurs.

Ces deux facteurs, conditions d'observation et acuité visuelle sont variables, tandis que la valeur optique de l'instrument est un facteur constant.

La longueur de la base, qui n'est que de 60 mm., environ, si on utilise l'écartement des yeux, peut être considérablement augmentée au moyen de prismes ou d'équerres optiques. La précision des mesures augmente avec la longueur de la base. Mais on est vite limité par des questions de poids, de manière d'appareil.

En général, on adopte une base de 50 à 80 cm. pour l'infanterie, de 1,00 m. à 2,50 m. pour l'artillerie et de 2,50 m. à 30,50 m. pour la marine et les places fortes.

Le grossissement est important pour la précision des mesures ; mais il y a des limites pratiques que l'on ne saurait dépasser. A un appareil donné doit correspondre un certain grossissement. A un fort grossissement correspond un faible champ ; pour augmenter le champ de l'instrument, il faut augmenter le diamètre des objectifs. Il en résulte une construction plus coûteuse, plus difficile et une augmentation importante du poids. Ces questions de dimension de la base, de grossissement jouent un grand rôle pour les télémètres de l'infanterie et de l'artillerie, télémètres qui doivent être peu encombrants et facilement maniables.

Pour l'infanterie, on admet un grossissement de 10-17, pour l'artillerie de 16-25 et pour la marine de 16, 20, 25, et 28.

Exemple :

Influence de la longueur de la base sur l'erreur pour un télémètre de grossissement 16 et une distance de 6000 m. :
 l'erreur sera de 262 131 65 17 4,30 m.
 pour une base de 0,50 1,00 2,00 7,70 30,50 m.

Influence du grossissement pour un télémètre de 2 m. et une distance de 6000 m. :

l'erreur sera de 75 65 52 37 m.
 pour un grossissement de 14 16 20 28 m.

Les erreurs qui faussent la mesure des distances sont les erreurs systématiques et les erreurs accidentelles.

L'erreur systématique est de sens constant, c'est-à-dire que les distances seront toujours ou trop fortes ou trop faibles d'une même quantité. Elle peut provenir soit d'un défaut dans la construction optique de l'instrument ou de déformations qu'il a subies ; elle existera sûrement, avec une valeur

qui peut être considérable, si le télémètreur qui utilise l'instrument est doué d'une acuité visuelle différente de celui qui l'a réglé. Zeiss admet que cette erreur atteint 2'' à 3''.

Au moment d'effectuer les mesures, l'opérateur doit procéder au réglage de coïncidence de son instrument, soit en utilisant un point à l'infini (mire), soit un point de distance topographique connue. Si on emploie la mire, on fait marquer à l'échelle la distance infini ou la distance du point, si on vise un point connu. On fait la visée ; les deux images coïncident-elles, les distances données par le télémètre seront exactes.

Si les deux images ne coïncident pas, les distances seront entachées d'une erreur systématique due à l'acuité visuelle, erreur qu'il faut éliminer. Pour cela, on agira sur le correcteur, les prismes déviateurs et l'échelle des distances demeurant immobiles, et l'on mettra les deux images en coïncidence. Si cette opération n'est pas faite avec soin, les lectures seront faussées d'une erreur positive ou négative de certaine valeur. Il ne suffit donc pas de faire une seule lecture pour régler l'instrument, car cette visée peut être fautive ; pour obtenir la plus grande précision, il est nécessaire de répéter cette opération une dizaine de fois et de prendre la moyenne des lectures.

Les erreurs accidentelles sont tantôt positives, tantôt négatives ; elles peuvent s'annuler dans la moyenne de plusieurs lectures ; elles proviennent du fait que l'œil ne peut distinguer un angle qu'à 10'' près. Avec un télémètre, la valeur de cet angle est d'autant plus petite que le grossissement est grand : pour un grossissement de 20, par exemple, l'angle que peut évaluer l'œil sera $10'' : 20 = 0,5''$. Mais la grandeur de cet angle varie avec l'acuité visuelle de chaque individu ; on peut donc appeler cette erreur accidentelle, erreur personnelle.

Cette erreur existera, avec une valeur importante, si l'on procède à la mesure de la distance par simple coïncidence. Pour rendre cette erreur minimum, car, en réalité, elle se produira toujours, puisque l'acuité visuelle est sujette à varier d'une observation à une autre, il faut travailler par encadrement :

Agir sur la molette des distances jusqu'à ce que l'image renversée semble se raccorder avec l'image réelle ; continuer le mouvement dans le même sens de façon à faire déborder l'image renversée d'une quantité à peine appréciable ; ramener l'image renversée dans la position médiane et lire la distance.

Mais là, encore, il faut procéder par répétition des mesures et en prendre la moyenne, pour obtenir des résultats exacts.

Si par suite de fatigue de l'œil, le télémètreur suppose que son acuité visuelle a pu se modifier, il doit procéder à un nouveau réglage de son instrument ; il agira de même si l'instrument est soumis à de grandes variations de température, ce qui se présente lorsque la température du milieu du jour est très différente de celle du matin ou du soir.

Il ressort de ce qui précède, l'importance capitale du choix d'un télémètreur, en raison de l'influence prépondérante exercée par l'acuité visuelle sur la précision et la justesse des mesures, car seule l'acuité visuelle établit la coïncidence des images. Une instruction soignée et un entraînement continu des télémètreurs augmente la valeur de l'acuité visuelle et permettra seule d'obtenir des résultats précis et constants.

TÉLÉMÈTRE ZEISS A IMAGE PARTIELLE RENVERSÉE.

Notre armée est dotée de deux types de télémètres Zeiss : l'un de 70 cm. de base et de grossissement 11, destiné à l'infanterie et aux mitrailleurs ; l'autre de 1,25 m. de base et de grossissement 18 réservé à l'artillerie anti-avion et lourde. Le premier peut mesurer les distances comprises entre 200 et 10 000 m., mais en pratique on ne dépassera pas 4000 m. ; le second, les distances de 600 à 15 000 m., mais on s'en tiendra à 10 000 m.

La précision des mesures dépend, comme nous l'avons vu, de la longueur de la base et du grossissement. En effet, la longueur de la base détermine l'amplitude de l'angle et le grossissement, le plus petit angle que l'œil peut évaluer.

L'amplitude de l'angle dont on dispose pour indiquer toute la série des distances de 200 m. à l'infini est 0,70 : 200 soit environ 12', pour le télémètre de 70 cm ; il est de 7' environ pour indiquer les distances de 600 à l'infini, pour celui de 1,25 m. de base.

Le plus petit angle que l'on peut évaluer avec le télémètre de 70 cm. est de 1'', et de 0,5'' avec celui de 1,25 m. L'erreur ou l'imprécision sur la distance varie de 0,2 % aux petites distances à 3 % aux grandes distances. Elle est au plus égale à la dispersion de la mitrailleuse et du canon, pour la portée de nos armes.

PRISME A RÉFLEXION TOTALE.

Tous les télémètres sont munis de pentaprismes ou d'équerres optiques, sur lesquels, les rayons lumineux émis par l'objet B subissent une double réflexion. On aurait pu utiliser de simples miroirs inclinés à 45, mais on y renonce pour la raison suivante: dans une flexion de l'enveloppe, l'élément réfléchissant subit une rotation ; si cet élément est simple, le rayon réfléchi subit une rotation double ; si c'est un pentaprisme ou une équerre optique, le rayon réfléchi n'est pas dévié. (Fig. 7.)

PRISMES DÉVIATEURS.

Ce jeu de prismes déviateurs se compose de deux prismes réfringents qui jouissent de la propriété de dévier la lumière sans la disperser. En position normale, les deux prismes, coins cylindriques, sont orientés de sens contraire, ce qui donne la déviation minimale. La déviation maximale est obtenue lorsque les prismes sont orientés dans le même sens. Le jeu de prismes amplifie la déviation que donnerait un seul prisme. En accouplant le mécanisme, qui donne la rotation des prismes, à un tambour gradué en distances, on obtient ainsi, par simple lecture, la distance cherchée. Ce jeu de prismes est l'âme du télémètre et sa partie la plus délicate. (Fig. 8.)

PRISME SÉPARATEUR.

La séparation des images est réalisée, comme dans tous les télémètres, par un prisme unique ayant deux faces inclinées l'une sur l'autre et qui se coupent suivant une arête. Les faisceaux lumineux pénètrent dans le prisme séparateur, après avoir traversé les objectifs, en faisant un angle avec les faces du prisme séparateur. Une face du prisme réfracte un des faisceaux lumineux ; l'autre face de même l'autre faisceau. Mais une partie d'un faisceau, entrant par la face qui n'est pas destinée à le recevoir, se perd et n'apparaît pas à l'œil de l'observateur. La ligne de réglage, formée par l'arête du prisme, est ainsi plus fine et plus nette qu'on ne l'obtiendrait par tout autre moyen.

La bande où se forme l'image partielle renversée est obtenue par un procédé spécial.

Dans le télémètre de 70 cm., l'image inférieure est réelle, l'image partielle supérieure, renversée. Mais l'on peut avoir avantage à renverser l'image inférieure, surtout si l'on vise des buts aériens. Le télémètre de 1,25 m. permet la commutation de l'image renversée par déplacement du mécanisme optique.

Ce procédé de la bande offre un grand avantage : si la moitié du champ de l'oculaire est occupée par l'image renversée, on ne peut suivre un but qui s'éloigne (Fig. 4, 5) ; on perd du temps à le rechercher et à le poursuivre. Avec la bande, une faible partie du champ est cachée par l'image renversée.

* * *

Ces instruments d'optique, délicats, bien que construits pour le service en campagne et quoique leurs organes soient protégés, doivent être maniés avec précaution et avec des soins minutieux. On évitera les chocs ou toute action mécanique qui pourrait déranger la position des prismes dont l'agencement est si compliqué et précis. Il en résulterait, alors, que les indications de l'instrument seraient faussées.

Le télémètre exige des soins, comme tout autre instrument d'optique et de précision, autant, si ce n'est plus qu'une jumelle à prismes ou une lunette de pointage. Il suffit de manœuvre intempestive pour dérégler un télémètre, qui devient inutilisable pour la batterie, car il ne faut pas songer à le réparer sur place.

Ces travaux sont l'œuvre de spécialistes. Seul, l'atelier d'optique de la fabrique fédérale d'armes, possède les installations compliquées que nécessitent le montage et le réglage des télémètres et peut effectuer ces opérations délicates avec toute la rigueur et la précision exigées.

CAP. HAUSAMMANN.

SOURCES :

Le télémètre monostatique Zeiss.

Etude sur la précision des télémètres monostatiques, par le cap. d'art. Graux, « Revue d'art. », tome 84.

Télémètre stéréoscopique, par le chef d'escadron d'art. André Faure, « Revue d'art. », tome 85.
