

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 81 (1936)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Le tir à la mitrailleuse contre avions  
**Autor:** Daniel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-341724>

### **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:** 12.01.2026

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

## Le tir à la mitrailleuse contre avions

---

Dans un précédent article, nous avons présenté les nouveaux affûts permettant à nos armes automatiques le tir contre avions <sup>1</sup>.

Ce tir diffère totalement du tir terrestre auquel nous sommes habitués : premièrement, à cause de la vitesse du but (dans le tir terrestre contre buts mobiles la vitesse des buts n'atteint jamais celle des buts aériens) ; secondement à cause du site de l'objectif.

Le tir anti-aérien n'a de chances de réussite que s'il est exécuté par des cadres et une troupe techniquement bien exercés. En outre, une forte éducation morale est nécessaire pour résister à l'action déprimante qui s'empare d'une troupe à terre subissant une attaque d'avions, attaque réalisée soit sous forme de bombardement, soit d'un tir à la mitrailleuse par avions pratiquant le vol rasant.

Une attaque aérienne contre une troupe sans discipline ou démoralisée peut provoquer des effets catastrophiques ; en revanche, contre une troupe disciplinée et bien instruite les dommages peuvent être sérieusement diminués.

Plus l'avion peut descendre bas pour exécuter sa mission (tir, bombardement, observation), mieux celle-ci sera remplie. Le tir des armes de petit calibre (mitr., F. M. et éventuellement fusil) cherchera avant tout à forcer l'avion ennemi à se maintenir à une altitude élevée.

L'attaque aérienne peut être faite soit par des avions de bombardement volant haut, contre lesquels le tir des armes

<sup>1</sup> *Revue militaire suisse*, 1935, page 298 : « Le fusil-mitrailleur sur affût », (5 photos), et page 228 : « Transformations apportées au matériel mitrailleur et nouveaux procédés de tir » (12 croquis et photos). (Réd.)

portatives (F. M. et mitr.) est sans effet, soit par des avions très rapides volant bas. Dans ce cas, les avions agiront par surprise en utilisant, pour chercher à se dissimuler, soit les nuages bas, soit des collines, des forêts ; ils attaqueront avec le soleil dans le dos de manière à mettre la défensive terrestre en état d'infériorité. Ces attaques seront toujours faites à grande vitesse et par conséquent rapidement terminées, ce qui ne veut pas dire qu'elles ne se répéteront pas plusieurs fois de suite, à courts intervalles. En général, elles ne sont pas exécutées par un avion isolé, mais par des groupes d'avions.

Sang-froid, décision, rapidité d'exécution du tir sont les conditions nécessaires pour se protéger contre les attaques aériennes.

## PREMIÈRE PARTIE

### LE PROBLÈME DU TIR CONTRE AVIONS

#### *La vitesse du but.*

La vitesse du but étant par définition très grande :

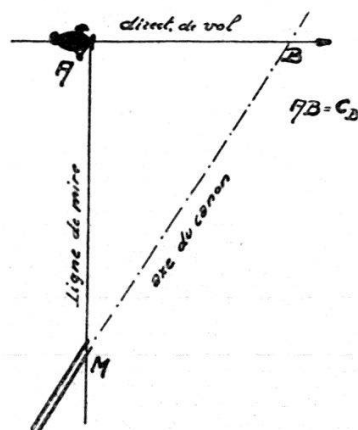
42 m/sec.	=	150 km/H.
50 »	=	180 »
55 »	=	200 »
70 »	=	250 »
83 »	=	300 »
100 »	=	360 »
110 »	=	400 »
125 »	=	450 »
140 »	=	500 »

et le temps de vol du projectile loin d'être négligeable :

100 m.	200 m.	300 m.	400 m.	500 m.
0,13 sec.	0,27 sec.	0,42 sec.	0,59 sec.	0,75 sec.
600 m.	700 m.	800 m.	900 m.	1000 m.
0,96 sec.	1,17 sec.	1,39 sec.	1,62 sec.	1,87 sec.

il s'ensuivrait que si l'on visait l'avion avec une arme dont l'axe du canon et la ligne de mire seraient dans le même plan, le projectile n'atteindrait jamais le but; il serait toujours derrière.

En conséquence, l'axe du canon (ligne de tir) et la ligne de mire doivent être chacun dans un plan (plan de tir et plan de pointage). Il faut réaliser ce que l'on appelle la « correction but » (fig. 1).



Soit  $C_B$  la correction-but  
 $V_B$  la vitesse de  
 l'avion ;  
 $t$  le temps de vol  
 du projectile.

Fig. 1.

Nous pourrions écrire la relation élémentaire

$$C_B = V_B \times t$$

Par exemple contre un avion volant à 300 km/H (83 m/sec) à 600 m. ( $t = 0,96$  sec.), la correction-but sera égale à

$$83 \times 0,96 = 79 \text{ m. env.}$$

à 900 m. ( $t = 1,62$  sec.) à 360 km/H. (100 m/sec.) :

$$100 \times 1,62 = 162 \text{ m.}$$

Si l'on utilise une arme ordinaire, c'est-à-dire sans correcteur, il faut donc, suivant la distance et la vitesse de l'avion, viser en avant de celui-ci de la longueur calculée. Il ressort d'emblée que la chose est impossible, car on ne peut pas « estimer » dans l'espace cette correction-but. En conséquence, il faut munir l'arme d'un *correcteur*, c'est-à-dire d'un appareil permettant, tout en visant l'avion lui-même, de déplacer dans la direction de vol l'axe du canon.

Le cas que nous venons d'examiner se présente quand l'avion « défile par le travers » pour employer l'expression du règlement français, mais ce n'est qu'un cas particulier.

*Cas général.* — Si la ligne de mire ne fait plus un angle droit avec la direction de vol, mais un angle quelconque,  $\beta$ , cherchons de quel angle  $\alpha$  il faudra faire diverger la ligne de mire et l'axe du canon de manière à matérialiser dans l'espace la correction-but (fig. 2).

Cet angle s'appelle la *correction-but angulaire* ou, suivant certains auteurs, la *correction relative*.

La correction-but prendra alors la forme :

$$C_B = V_B \cdot t \cdot f(\beta)$$

où  $\beta$  variera de  $90^\circ$  à  $0^\circ$ , suivant si l'avion est vu par le « travers » ou « embout ».

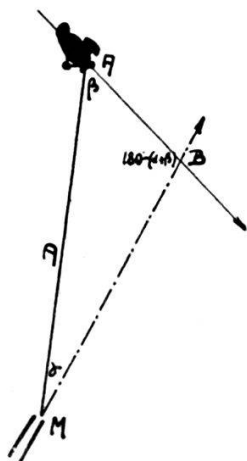


Fig. 2.

Soit M l'emplacement de l'arme ;

A celui de l'avion ;

B le point où doivent se rencontrer l'avion et le projectile ;

AM la distance de tir D.

Dans le triangle AMB, un théorème de géométrie nous permet d'écrire :

$$\frac{\sin \alpha}{AB} = \frac{\sin 180^\circ - (\alpha + \beta)}{D}$$

or,  $AB = V_B \cdot t$

et  $\sin 180^\circ - (\alpha + \beta) = \sin (\alpha + \beta)$ .

L'égalité prend alors la forme :

$$\frac{\sin \alpha}{C_B \cdot t} = \frac{\sin (\alpha + \beta)}{D}$$

et en la développant :

$$\frac{\sin \alpha}{V_B \cdot t} = \frac{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta}{D}$$

Si l'on divise membre à membre par  $\cos \beta$  et que l'on regroupe les termes nous obtenons :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_B t \sin \beta}{D - V_B t \cos \beta}$$

qui est la correction-but angulaire en fonction de  $V_B$ ,  $D$  et  $\beta$ . Si nous faisons varier  $\beta$  de  $90^\circ$  (avion par le travers) à  $0^\circ$  (avion vu embout), la correction-but angulaire aura les valeurs suivantes :

$$1. \beta = 90^\circ \quad \begin{array}{l} \sin 90^\circ = 1 \\ \cos 90^\circ = 0 \end{array}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_B t \times 1}{D} = \frac{V_B t}{D} \text{ (ou } \frac{C_B}{D} \text{)}$$

$$2. \beta = 0^\circ$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0}{D} = 0 ; \text{ la correction } \textit{angulaire} \text{ sera nulle.}$$

La correction but-angulaire ( $\operatorname{tg} \alpha$ ) variera de

$$\frac{V_B t}{D} \text{ à zéro, suivant la direction de vol de l'avion}$$

par rapport à l'arme.

La correction-but est fonction directe de la *vitesse* de l'avion. Cette dernière joue un rôle capital. Malheureusement, sa détermination ne se fera jamais avec certitude ; en outre, l'avion peut à tout instant modifier sa vitesse.

Les erreurs d'estimation de la vitesse de l'avion sont toujours une des causes de faiblesse du tir contre avions. Comme l'on ne peut, pour les armes portatives d'infanterie, déterminer la vitesse dans chaque cas, on en est réduit à prendre une vitesse moyenne qui servira de base pour les calculs et par suite pour la réalisation des correcteurs. Pour nos grilles, une vitesse d'environ 340 km. /H. a été adoptée.

L'autre facteur de la correction-but, la *distance* (en relation avec le temps de vol) peut être mesurée plus ou moins facilement.

Comme le tir avec les armes d'infanterie ne se fait en principe jamais au delà de 1000 m., on peut, lorsqu'on possède une certaine habitude, estimer la distance suivant les détails visibles de l'avion. (Voir *II<sup>e</sup> partie, Instruction.*) Enfin, on peut la mesurer au télémètre.

Comme il faut agir vite au moment du tir, et que l'estimation de la distance à laquelle se trouve l'avion peut être entachée de grossières erreurs, on a adopté pour nos instruments la distance de 800 m. Nous verrons par la suite la répercussion que le choix de cette distance peut avoir sur le tir.

#### *Influence de l'angle de site.*

Quand l'élévation ne dépasse pas 10° environ, il n'est pas nécessaire de prendre en considération la déformation de la trajectoire. Mais au delà de ce chiffre, elle devient très sensible et il est de toute importance de corriger l'angle de hausse.

Le tableau ci-dessous fera ressortir mieux que toutes les explications les modifications à apporter à la hausse lors d'un tir contre un but d'un site élevé.

Distance	angle de site :	10°	30°	50°	70°	90°
300	hausse :	300	300	200	100	0
500		500	400	300	200	0
1000		1000	900	800	500	0
1500		1500	1400	1200	800	0
2000		2000	1900	1700	1200	0

Lors du tir avec un angle de site élevé, le temps de vol des projectiles est un peu supérieur pour la même distance à celui du tir dans le plan horizontal.

Le temps de vol des projectiles ne peut pas être connu très exactement du fait des différentes valeurs de la résistance de l'air suivant la densité des couches d'air aux différentes altitudes.

Pour mémoire, signalons encore les variations de valeur de la pesanteur. Dans notre cas, elles ne jouent pratiquement aucun rôle.

*L'influence du vent.*

Lors du tir terrestre, l'influence du vent ne se fait sentir que sur le projectile. Ce dernier est transporté soit latéralement, soit longitudinalement. Dans le cas du tir contre avions, cette influence se complique du fait que le but, c'est-à-dire l'avion, est également soumis à cette influence. En outre, en plus du vent atmosphérique agissant sur le projectile, le vent relatif, soit le vent créé par l'avion, doit produire également une influence perturbatrice surtout au moment où le projectile est très près de l'avion. Avec les très grandes vitesses des avions, l'influence du vent relatif sur le projectile devrait faire l'objet d'expériences pour se rendre compte de son ordre de grandeur. Elle est très probablement négligeable.

a) *Influence du vent sur la direction de vol de l'avion et sur sa vitesse.* — L'avion est déporté dans le sens du vent. Si ce dernier est debout ou arrière, la direction n'est pas modifiée ; par contre, si le vent est latéral, l'avion tout en gardant sa direction apparente de vol sera déplacé latéralement. Il marchera « en crabe ». Il est toujours très difficile de déterminer la direction de vol d'un avion marchant « en crabe », car on ne peut pas se fier à l'indication donnée par le fuselage. Ceci est un gros handicap pour le tireur à terre. L'influence du vent sera d'autant moins sensible que la vitesse de l'avion sera plus grande.

Quant à la vitesse de l'avion  $V_B$ , elle sera modifiée également.

En résumé, la vitesse du vent  $W$  sera l'une des deux composantes du parallélogramme des vitesses dont la vitesse du but ( $V_B$ ) formera l'autre. La direction et la vitesse de l'avion en seront la résultante (fig. 3).

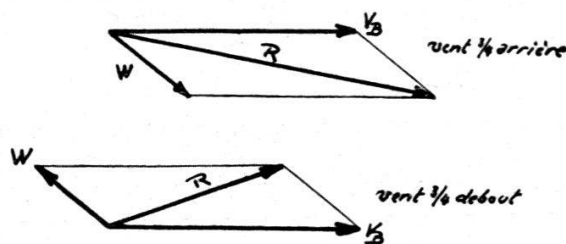


Fig. 3.



b) *Influence du vent sur le projectile.* — Aux courtes distances, l'influence du vent sur le projectile n'est pas très importante, vu la grande vitesse de ce dernier.

Ainsi, un vent arrière ou debout allongera ou réduira la portée de : (vent de 5 m./sec.)

à 500 m.	2 m.
1000 m.	7 m.

Latéralement le projectile sera déporté de :

à 500 m.	1 m.
1000 m.	7 m.

En cas de fort vent, 10 m./sec., les valeurs indiquées ci-dessus doivent être doublées.

Résumons le problème :

Nous avons vu que pour pouvoir atteindre un avion, il nous fallait faire :

une *correction-but*, déterminée par deux grandeurs :  
la vitesse de l'avion,  
la distance (resp. le temps de vol du projectile) ;

une *correction de la hausse*,  
due à l'angle de site élevé du but ;

une *correction-vent*, ce dernier influençant :  
la direction de vol de l'avion,  
la vitesse de vol de l'avion,  
le projectile.

Il n'est pas question de compléter les armes portatives de l'infanterie par les appareils de mesure nécessaires à la détermination des corrections indiquées ci-dessus. La zone de combat où opèrent ces armes l'interdit et le temps ferait défaut, par suite des procédés d'attaque employés par les avions.

Il faut, en conséquence, réduire le problème aux possibilités du fantassin. Pour lui, le tir contre avions ne sera jamais qu'un tir approximatif, trop d'éléments lui restant inconnus.

*La correction-but* est indispensable à réaliser sous peine de voir arriver tous les projectiles derrière l'avion.

Nous avons vu précédemment les difficultés qu'il y avait à déterminer la vitesse de l'avion et la distance. Ces deux valeurs ont donc été fixées à 340 km./H. et à 800 m.

*La correction de hausse due au site* est relativement facile à faire, un angle de site se mesurant aisément. Toutefois, on a préféré introduire un angle de site moyen évalué à 45°.

*La correction-vent* sera négligée surtout à cause de notre ignorance de la vitesse du vent à l'altitude de l'avion.

Que reste-t-il donc à faire au fantassin, une fois le problème simplifié de la sorte ?

Il devra :

déterminer la direction de vol de l'avion,  
estimer une altitude inférieure à 1000 m.

Le problème du tir contre avions ainsi réduit rentre de nouveau dans les possibilités de l'infanterie.

## PRINCIPE DES CORRECTEURS

Nous ne parlerons pas des appareils correcteurs de l'artillerie anti-aérienne, qui sont des instruments assez compliqués, de haute précision puisqu'ils tiennent compte pour chaque cas de la distance, de  $V_B$ , du site, etc. Ils exigent pour leur mise en œuvre des équipes de personnel spécialisé.

Suivant le système auquel les correcteurs appartiennent, le tireur doit estimer la distance, la vitesse du but et le site ; dans d'autres cas, ces valeurs sont fixées *à priori*, c'est le cas pour les correcteurs du type *grille*, dont les courbes réalisent la correction-but, quelle que soit la position de l'avion.

En réalité, pour chaque vitesse, il faudrait avoir une *courbe-repère* correspondant à la correction but à la distance D.

Pour des raisons pratiques, on est forcé de limiter le

nombre des courbes-repères, sans cela l'appareil serait surchargé de courbes assez rapprochées les unes des autres. Par conséquent, la courbe extérieure correspondra à une vitesse telle que la gerbe arrive devant l'avion, la courbe intérieure à une vitesse telle que la gerbe se trouve derrière l'avion. Si bien que l'arme restant fixe, l'avion, volant du cercle extérieur vers le cercle intérieur, passera dans la

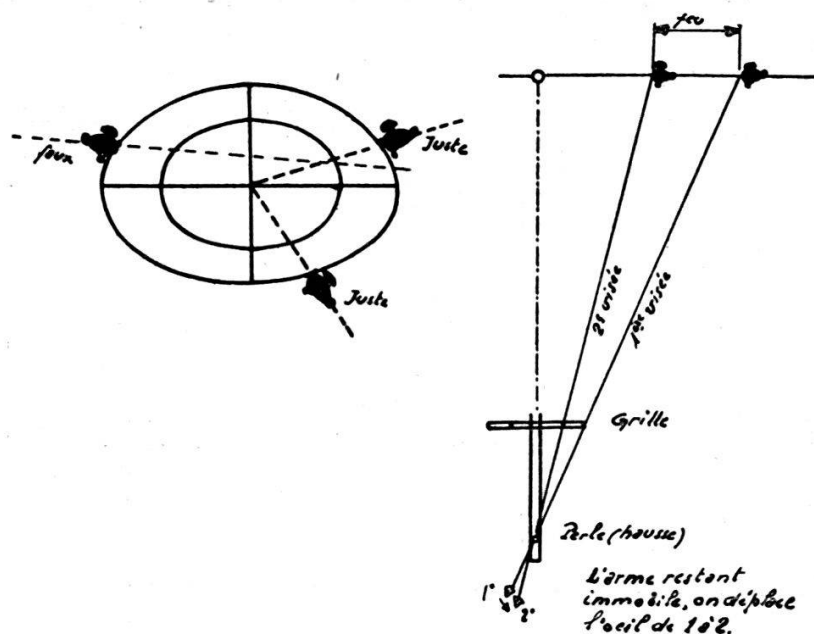


Fig. 4.

gerbe. Ainsi la courbe-repère extérieure de notre grille réalise la correction nécessaire pour un avion volant à 340 km./H. et la courbe intérieure pour la vitesse de 130 km./H.

*L'emploi du correcteur* découle sans autre du principe exposé ci-dessus. Il s'agit de placer la gerbe *devant* l'avion, d'*attendre qu'il soit passé au travers et de répéter l'opération*. On choisit sur la courbe extérieure un point (cran de mire) correspondant à la direction de vol ; le prolongement de celle-ci doit passer par le centre de la grille. On vise l'avion et au moment où il touche la courbe extérieure, on ouvre le feu. Celui-ci dure jusqu'au moment où le tireur ayant opéré une nouvelle visée avec la courbe intérieure, sans bouger l'arme, l'avion atteint cette courbe (fig. 4).

Il résulte donc de ce qui précède que ce processus exige deux visées, la seconde devant être effectuée sans bouger l'arme. Le croquis N° 5 expliquera mieux que le texte ne peut le faire, la manière de procéder. Toute autre méthode de pointage est fautive, la correction but étant trop petite.

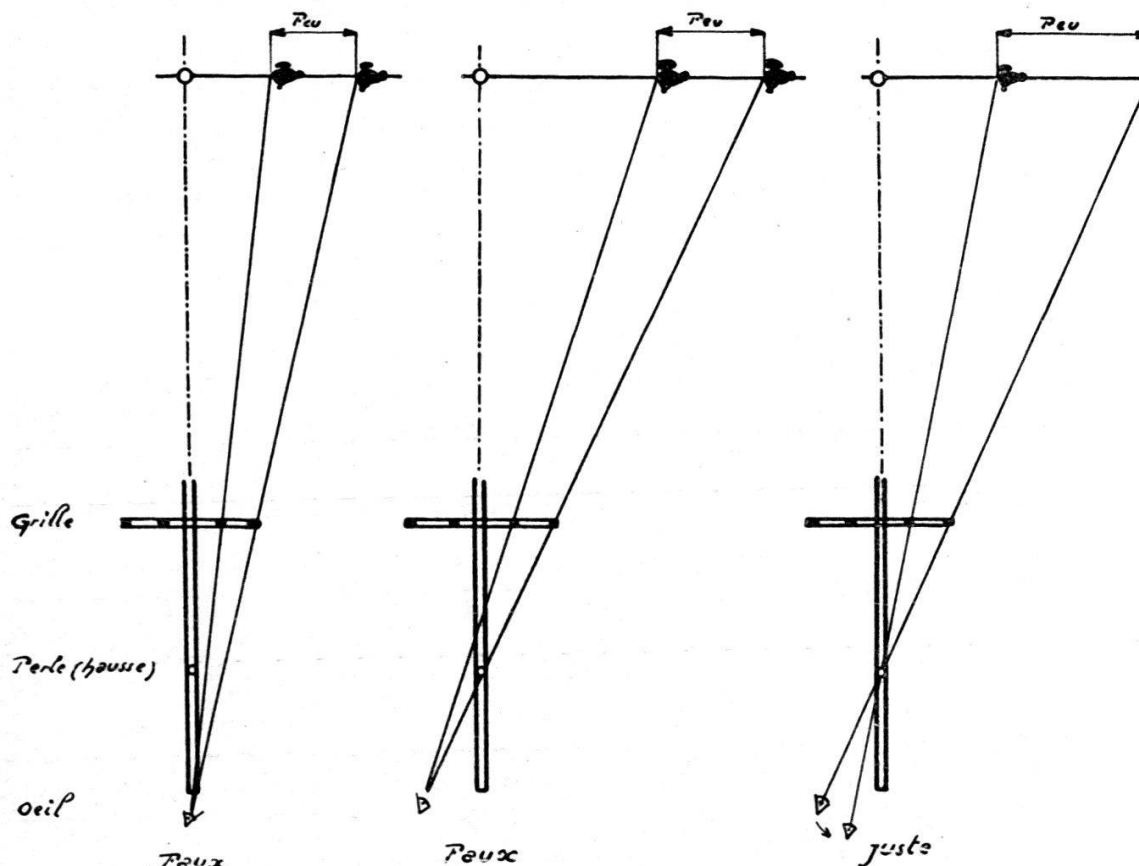


Fig. 5.

On place donc devant l'avion un « barrage » ; une fois la courbe intérieure atteinte, on arrête le feu, on déplace l'arme en opérant une nouvelle visée avec la courbe extérieure.

#### *Emploi des balles traçantes.*

A première vue, il semblerait que l'emploi des balles traçantes devrait donner une solution satisfaisante, au problème du tir contre avions. En réalité, ce n'est pas le cas.

Les balles traçantes ne sont visibles que jusqu'à 600 m. environ. Cet inconvénient est grave, car il limite en portée

les possibilités d'emploi. Par la combustion de la pastille traçante le poids du projectile varie, si bien que la trajectoire se différencie sensiblement de celle du projectile ordinaire. Du reste, la différence de poids du projectile ordinaire et du traceur, provenant de la construction de ce dernier, provoque déjà une différence dans les trajectoires.

Mais l'un des plus gros inconvénients provient de la persistance rétinienne de l'œil (environ  $1/15$  sec.), si bien que l'on ne voit pas le projectile là où il est, mais où il était  $1/15$  de seconde auparavant. Avec les grandes vitesses des projectiles l'écart est sensible.

Enfin, les balles traçantes encrassent les canons d'une manière telle que leur durée est sérieusement abrégée.

En regard de ces inconvénients, il faut mettre en évidence le très grand effet moral qu'elles produisent. Peu d'aviateurs résistent longtemps à un tir de balles traçantes. Toutefois, le tir contre avions ne cherchant pas à réaliser un effet purement moral, mais aussi un effet matériel, l'emploi des balles traçantes est limité.

### ORDRE DE GRANDEUR DES ERREURS DENSITÉ DE LA GERBE

Les correcteurs sont calculés avec une hausse correspondant à la distance de 800 m. Nous avons vu que le tir pouvait être réalisé jusqu'à la limite supérieure de 1000 m. Cher-



Fig. 6.

chons à nous rendre compte comment sera située la gerbe par rapport au but :

a) Si la mitrailleuse se trouve dans le plan de vol vertical de l'avion, la valeur de la hausse ne jouera pas un rôle capital puisque l'avion devra passer à un moment donné

au travers de la gerbe. Que l'avion passe en A ou en B, cela ne joue aucun rôle (fig. 6).

Examinons dans quelle mesure il peut être touché.

Il faut bien avouer qu'il règne une certaine incertitude quant à la grandeur de la gerbe. Si nous prenons, à la distance considérée, la grandeur de la dispersion « tout débloquent », nous avons en réalité une dispersion plus grande du fait de la différence des affûts employés. L'amplification du mouvement d'ébranlement de l'arme provoqué par la longueur de la colonne verticale contribue sûrement à augmenter la grandeur de la gerbe. D'autre part, nous savons qu'on diminue cet ébranlement au moyen de la crosse qui permet d'appuyer l'arme contre l'épaule.

Si nous admettons 6 m. pour la largeur de la gerbe aux environs de 1000 m. (Curti, Automatische Waffen), et que notre mitrailleuse tire à 480 coups/min., nous pouvons nous livrer au petit calcul suivant, au cas où nous tirons contre un avion volant à 300 km./H. (83 m./sec.) :

A cette vitesse ( $V_B = 83$  m./sec.), la gerbe sera traversée en  $\frac{6}{83} = 0,09$  sec.

Si l'on admet 8 m. de longueur pour l'avion, nous devons ajouter  $\frac{8}{83} = 0,1$  sec. environ.

Notre avion se trouvera donc dans la gerbe durant 0,19 sec., soit à peine 2/10 de sec. Pendant ce temps, la mitrailleuse tire 1-2 coups ( $480 \text{ coups/min.} = \frac{480}{60} = 8 \text{ coups}$  à la seconde, soit pour 2/10 de seconde, 1 à 2 coups !).

A moins du « coup heureux », c'est-à-dire du hasard, on ne peut rien attendre d'une telle « gerbe » ! D'où la nécessité absolue d'engager le *plus grand nombre possible d'armes*.

b) Si la direction de l'avion se confond avec la ligne de mire (soit que l'avion « arrive » sur la mitrailleuse ou qu'il « fuit »), il se trouve alors durant un laps de temps plus long dans la gerbe. La ligne de mire passe par le centre

de la grille et l'avion rencontre la trajectoire moyenne (règlement allemand) (fig. 7).

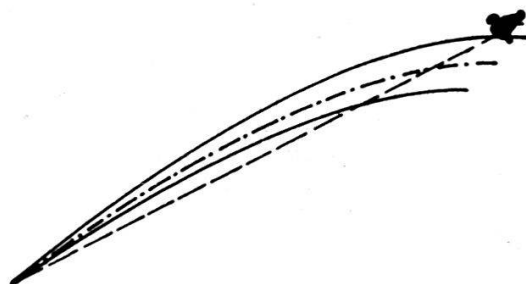


Fig. 7.

c) Si la mitrailleuse ne se trouve pas dans le plan vertical de vol de l'avion, la valeur de la hausse reprend toute son importance.

Au delà de 800 m. l'avion se trouvera dans la partie supérieure de la gerbe et en deçà dans la partie inférieure. Théoriquement, il devrait être touché puisque, si nous prenons comme grandeur de la dispersion la valeur donnée par les tables pour le tir « tout débloqué », nous pouvons constater que :

à 800 m., le but est dans la gerbe dont la dispersion en hauteur est d'environ 4 m., soit 2 m. en dessus et en dessous de la trajectoire moyenne ;

à 1000 m., l'ordonnée de la trajectoire est de  $-4$  m., mais en tenant compte de la dispersion la nappe supérieure de la gerbe arrive presque sur la ligne de mire (fig. 8) ;

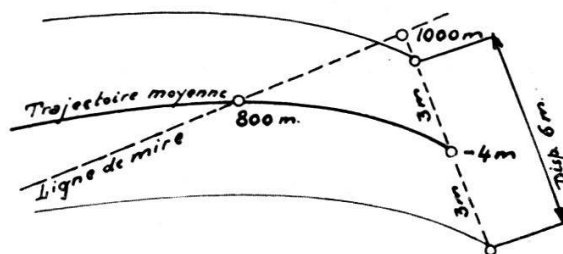


Fig. 8.

à 600 m., ou au-dessous, le but sera atteint par la partie inférieure de la nappe de la gerbe (fig. 9).



Enfin, si nous admettons que la longueur vulnérable de l'avion équivaut à 6 m., que la mitrailleuse tire à 600 coups / min., soit 1 coup par 1 / 10 de seconde, que la machine vole à

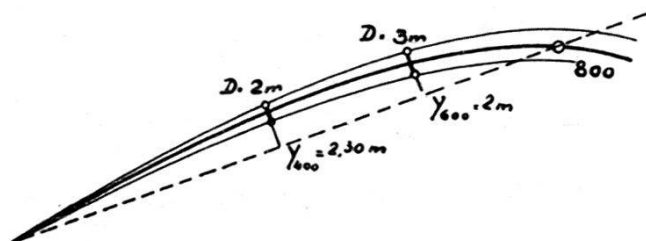


Fig. 9.

60 m. / sec., au temps zéro le projectile N° 1 arrive en Tr, la ligne de mire restant fixe (barrage).

1 / 10 de seconde plus tard, le projectile N° 2 arrive en Tr, mais ce dixième de seconde a suffi pour que la longueur vulnérable (6 m.) se soit déplacée également de 6 m.

Donc, plus la vitesse du but est grande et l'avion petit, plus il a de chance de passer au travers de la gerbe. Il ne reste alors rien d'autre à faire qu'à augmenter la grandeur et la densité de la gerbe (Curti, Automatische Waffen) (fig. 10).

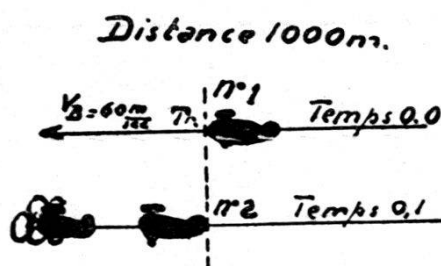


Fig. 10.

*Erreurs de la correction but ( $C_B$ ).*

à 1000 m.	$C_B = V_B \times t = 95 \times 1,87 = 177$ m.
à 800 m.	$C_B = V_B \times t = 95 \times 1,39 = 132$ m.
à 600 m.	$C_B = V_B \times t = 95 \times 0,96 = 91$ m.
à 400 m.	$C_B = V_B \times t = 95 \times 0,59 = 56$ m.

L'erreur est de :

1000 m.	800 m.	600 m.	400 m.
+45 m.	0	-41 m.	-76 m.



Comme la vitesse du but est incertaine, la courbe intérieure de la grille est calculée pour 130 km. /H. (36 m. /sec.). Ce qui donne pour la correction but :

à 1000 m.	67 m.
à 800 m.	50 m.
à 600 m.	34 m.
à 400 m.	21 m.

Ainsi, en plaçant un barrage devant l'avion on pourra atteindre tous les buts volant à 800 m. et dont la vitesse  $V_B$  exige des corrections comprises entre 132 m. et 50 m.

Un gros progrès serait réalisé dans le tir contre avions par l'adoption d'armes dont les projectiles, animés de très grandes vitesses initiales, permettraient de diminuer sensiblement le temps de vol et partant, la correction but qui est la cause de la plupart des erreurs. Une plus grande rasance de la trajectoire serait réalisée, et, par conséquent, une longue zone dangereuse, pouvant absorber les erreurs de hausse. Une augmentation de la vitesse de tir serait également désirable pour réaliser avec une ou deux armes seulement une densité suffisante de la gerbe.

*L'énergie restante* du projectile joue un rôle capital. L'énergie à l'impact ( $E_R$ ) résultera de la formule

$$E_R = \frac{M V_r^2}{2}$$

$M$  = masse du projectile,

$V_r$  = vitesse restante.

Les parties vitales d'un avion étant la plupart blindées, il faut au projectile une énergie restante aussi élevée que possible pour pouvoir les perforer.

Le but n'étant pas immobile, il s'ensuit que la vitesse restante du projectile entrant en considération pour le calcul de l'énergie à l'impact est la somme algébrique de la vitesse de la balle et de la vitesse de l'avion. Avec l'augmentation croissante de cette dernière, le pouvoir vulnérant du projectile peut être augmenté ou diminué de quelques mkg. Au point de vue purement technique, l'énergie d'impact

du projectile est augmentée en attaquant les avions volant dans le sens inverse de la trajectoire, et diminuée dans le cas contraire.

Dans l'avenir ce problème risque de jouer un rôle toujours plus important.

*Temps à disposition pour le tir.*

Un petit calcul, purement théorique du reste, nous permettra de nous rendre compte du temps disponible pour préparer une arme et exécuter le tir.

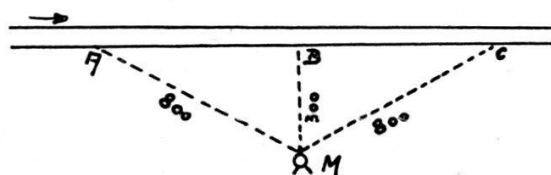


Fig. 11.

Supposons une mitrailleuse chargée de la protection d'un tronçon de route. De manière à éviter le tir à la verticale lors de l'attaque de la route, elle est mise en position à 300 m. de distance (fig. 11).

Admettons que l'avion attaque la route avec une vitesse de vol de 340 km. /H. (95 m. /sec.) et qu'il maintienne cette vitesse uniforme durant le temps pendant lequel il est soumis à notre feu. Pendant combien de temps pouvons-nous tirer sur cet avion ?

Nous tirerons à gauche et à droite de la mitrailleuse, à une distance de 800 m. (Quand on songe à la configuration de notre terrain, cette distance de 800 m. n'est pas exagérée, ni dans un sens ni dans un autre.)

La distance  $BC = \sqrt{MC^2 - MB^2} = \sqrt{800^2 - 300^2} = 741,6$  m.

Les deux triangles MBC et MBA étant égaux,  $BC = AB$  d'où  $AC = 2 \times BC$ , soit  $2 \times 741,6 = 1483,2$  m.

A la vitesse de 95 m. /sec., cette distance sera parcourue en  $\frac{1483}{95} = 15$  secondes.

Si l'on peut déjà ouvrir le feu à une distance de 1000 m.,

on obtient pour  $AC = 1902$  m. Le temps est alors de  $\frac{1900}{95} = 20$  sec. environ.

On voit que le temps dont on dispose est toujours excessivement court. On peut compter que l'on disposera, dans les cas favorables, d'une demi-minute à 40 secondes pour préparer l'arme et exécuter le tir !

\* \* \*

Nous connaissons maintenant les données essentielles du tir contre avions avec les armes d'infanterie.

Que faut-il demander au tir contre avions ? D'abattre des avions ? Naturellement, c'est la solution idéale, mais nous avons vu tous les aléas qu'il y a pour toucher une partie vitale. « Au demeurant, la D. C. A. est une arme uniquement *défensive* et ce n'est pas sur des statistiques de pertes infligées, mais sur des statistiques de pertes *évitées* (pertes évitées aux autres armes), qu'on juge la valeur d'un outil *défensif*. » (*Colonel Pagezy, Tir contre avions et D. C. A.*)

Ces lignes définissent, à notre point de vue, exactement ce qu'il faut attendre du tir contre avions. En effet, les avions ne séjournent pas longtemps et ont une audace fort diminuée quand ils savent que les troupes à terre ont de quoi se défendre. Séjour abrégé, audace amoindrie se traduisent pour l'infanterie par pertes évitées en n'étant pas attaquée tout le temps et à bout portant.

En Suisse, nous disposons pour le tir contre avions de trois armes : la mitrailleuse, le F. M. sur affût, le fusil.

La *mitrailleuse* est l'arme la plus puissante à cause de sa vitesse de tir. C'est sur elle que reposera la plus grande partie de la tâche défensive contre avions. Elle doit naturellement être montée sur un affût spécial.

Le *F. M. sur affût* (voir *Revue militaire suisse*, N° 6, 1935) a des propriétés balistiques comparables à celles de la mitrailleuse. Toutefois, son faible débit, causé par le rempla-

cement des magasins vides, diminue dans une certaine mesure sa puissance.

Quant au *fusil*, nous sommes forcés de lui faire une place à part. Il a un avantage sur toutes les autres armes, c'est sa *maniabilité* ; il est pour ainsi dire instantanément prêt au tir. C'est un avantage considérable quand on songe que l'on dispose de 10 à 40 sec. pour riposter à une attaque d'avion ; de plus il permet le tir en hauteur dans toutes les directions. En revanche, l'absence de correcteur et son faible débit sont deux inconvénients importants.

Dans quels cas ces deux inconvénients peuvent-ils être diminués dans une certaine mesure ? L'absence de correcteur se fera moins sentir en tirant lorsque l'avion est très bas. Quant au faible débit, il sera compensé par l'engagement d'un grand nombre d'armes.

Tous les règlements étrangers, à l'exception du règlement français qui limite le tir contre avions à la mitrailleuse et au F. M., recommandent l'emploi du fusil. Les Anglais sont les plus explicites : « Le feu concentré des fusils se révèle efficace jusqu'à 3000 pieds ! » (900 m.).

Personnellement, nous sommes fortement porté à croire que le « coup heureux » joue un rôle considérable dans un tir à cette distance. Mais, aux courtes distances, il est incontestable qu'un feu concentré de fusils peut obtenir un résultat. Les Chinois ont descendu ainsi des avions japonais et, si l'on en croit les communiqués abyssins, des avions italiens auraient été abattus à coups de fusils.

Nous croyons qu'il faut être très prudent dans l'appréciation du tir au fusil contre avions. Ce qu'il y aurait de mieux, ce serait de se livrer à des tirs comparatifs, mitrailleuses, F. M. et fusils, exécutés à diverses distances contre des cibles remorquées. Les Américains se seraient livrés à de telles expériences et les conclusions auraient été à l'avantage du fusil. Nous ne connaissons que les résultats, sans savoir dans quelles conditions ils ont été réalisés. La vitesse du but, sa hauteur, le nombre de fusils engagés sont des facteurs qui ne nous sont que partiellement connus.

(A suivre.)

Capit. DANIEL.