

LES PROJECTILES BRANDT POUR ARTILLERIE DE D.C.A.

DE DEFENSE ELOIGNEE

NO 3

ORD	470
SERIAL	2011

286

WAR DEPARTMENT
Entrance Office

MAR 87 341

CENTRE D'ÉTUDES M.B.A.
101, BOULEVARD MURAT
PARIS (XVI^e)

286



Octobre 1940

LES PROJECTILES BRANDT POUR ARTILLERIE DE D.C.A.
DE DEFENSE ELOIGNEE

LES PROJECTILES ACTUELS.-

En France, comme à l'étranger, l'artillerie de D.C.A. pour défense éloignée a été au début une simple adaptation de l'artillerie de campagne au moyen d'un affût et d'appareils de conduite de tir étudiés pour l'emploi contre avions.

La même solution a été adoptée, plus complètement encore, en ce qui concerne le projectile. On a simplement pris le projectile du matériel de campagne et on l'a muni d'une fusée à temps pyrotechnique ou à mouvement d'horlogerie. Même pour les projectiles nouveaux, on conserve, plus ou moins consciemment, les caractéristiques habituelles du projectile d'artillerie de campagne.

Cette solution de facilité présente de graves inconvénients.

- Le projectile d'artillerie de campagne est en général au "poids optimum". Ce qui signifie que, pour une énergie donnée à la bouche, si l'on relève le poids du projectile, sa portée maximum diminuera par insuffisance de vitesse initiale, et que, si l'on diminue ce même poids, la portée maximum diminuera encore, l'excès de légèreté, défavorable à la conservation de la vitesse, l'emportant sur l'augmentation de vitesse initiale. Mais le projectile au poids optimum lorsqu'il s'agit de tirer au sol à 11.000 m. et qui parcourra dans l'air près de 15.000 m., n'est nullement au poids optimum pour le parcours de 5.000 à 6.000 m. distance maximum à laquelle un matériel de 75 à vitesse modérée peut contre avion avoir quelque efficacité. Un projectile plus léger aura certainement une durée de trajet moindre.

- La teneur en explosif du projectile n'est pas plus voisine de l'optimum que son poids. A supposer que la répartition entre l'explosif et le corps soit la meilleure

MAR 87 941

./...

LIBRARY

pour le tir au sol, et alors qu'une augmentation de la teneur en explosif en donnant des éclats de poids unitaire insuffisant diminuerait le rayon d'efficacité, il n'en est pas de même en altitude. A 5.000 m., la densité de l'air n'est que les 60 % de la densité au sol; à 10.000 m. elle n'en est plus que le tiers. Les éclats conservent mieux leur vitesse et peuvent donc utilement être plus petits. Le relèvement de teneur en explosif s'impose donc pour le tir de D.C.A. En fait cette déduction est certaine, car l'expérience a montré que la teneur en explosif du projectile destiné à agir par ses éclats était déjà nettement insuffisante au sol.

- Pour beaucoup d'autres raisons encore, il y a intérêt à reprendre entièrement l'étude du projectile de D.C.A., sans se laisser influencer par une tradition, peut-être justifiée pour le tir à terre, mais qui aboutit à une diminution considérable du rendement qu'on peut attendre en D.C.A. d'un projectile spécialement établi.

LA REDUCTION DE LA DUREE DE TRAJET.-

En raison de la vitesse et du plafond des avions modernes, de l'augmentation prochaine qu'il faut prévoir encore dans leurs possibilités, l'efficacité de l'artillerie antiaérienne dépend en tout premier lieu de la rapidité avec laquelle le projectile pourra en altitude atteindre l'avion. La réduction du temps de parcours du projectile est donc le facteur dominant.

Lorsque l'artillerie de campagne veut tirer sur un objectif à 10.000 m., il lui suffit de prendre une pièce ayant cette portée pour obtenir un certain résultat.

Lorsqu'on veut tirer sur un avion à même altitude, la pièce qui donnerait ce plafond en tirant au zénith ne suffit pas. Il faut, pour obtenir le "plafond pratique" affecter le "plafond théorique" d'un coefficient de réduction qui, indépendamment de la vitesse de l'avion et de la durée de trajet du projectile, tiendra compte de divers facteurs: limitation du pointage en hauteur à + 80°, impossibilité de suivre l'objectif, à la vitesse voulue, au voisinage de la verticale par le moyen du pointage en direction autour d'un axe vertical, nécessité d'un champ de battage minimum pour l'exécution d'un tir...

S'ensuit-il qu'on pourra tirer utilement contre un avion situé dans les limites du plafond pratique tel qu'on a cru pouvoir le fixer? Certainement pas, et à aucun moment des matériels de 75 à vitesse initiale modérée (550 à 600 m/s.) n'ont pu descendre d'avions volant à 5.000 m. pas plus que des 75 plus modernes à vitesse initiale légèrement relevée (700 à 750 m/s.), sauf heureux hasard, ne pourraient descendre un avion à 6.000 ou 6.500 mètres.

L'expérience avait montré, au cours de la guerre de 1914-1918, qu'un tir à 20 secondes de durée de trajet, par exemple à 4.000 m. d'altitude et au site de 60°, descendait encore quelquefois l'avion. On pouvait être tenté d'en conclure que les matériels de 88 à 150 m/m, aux vitesses initiales de 850 m/sec. environ des canons de marine, pourraient tirer utilement, jusqu'à 8.000 ou 10.000 m. d'altitude, contre les avions susceptibles d'être atteints dans cette même limite de 20 secondes de durée de trajet. On se lança donc dans la construction d'une série de matériels comme le 88 allemand, le 90 français et le 94 anglais, répondant à un tel programme, et, pour la défense des navires, dans la construction d'une série de matériels de 100 à 152 m/m, qui transposaient en défense contre avions une formule déjà appliquée en défense contre torpilleurs.

Mais l'expérience de la guerre actuelle ne confirme ni les résultats de la guerre de 1914-1918 ainsi interprétés, ni les enseignements qu'on avait cru pouvoir tirer de la comparaison, au cours de la guerre d'Espagne, entre les canons de 88 à la disposition des nationalistes et l'artillerie beaucoup moins puissante des gouvernementaux.

Les avions passent sans que les nouveaux matériels les gênent beaucoup, semble-t-il, dès qu'ils naviguent à 5.000 m. ou 6.000 m. Sur mer, il semble de même que les puissantes pièces de marine n'aient pas beaucoup plus de succès que la D.C.A. terrestre dès que les avions montent un peu plus haut.

Ne serait-ce pas qu'il faut interpréter l'expérience incontestable de 1914-1918 en parlant non plus "durée de trajet", mais "chemin parcouru pendant la durée de trajet"? Ce qui limitait l'efficacité en 1918, c'était alors, non pas les 20 secondes de durée de trajet du projectile, mais les 1.000 m. que l'avion faisait pendant le même temps. Ces 1.000 m. sont devenus aujourd'hui 2.000, 2.500 et même 3.000 m. Le volume des positions possibles de l'avion, pour la même durée de trajet, est 8 ou 12 fois plus grand. Pour conserver même rendement du tir, il faut donc réduire la

durée de trajet afin que le parcours de l'avion conserve la même valeur c'est-à-dire la ramener à 10 ou même 8 secondes.

Plus les avions seront rapides, plus sera limitée la durée du trajet au-delà de laquelle le tir sera sans efficacité. Comme le gain de vitesse est corrélatif d'un gain de plafond, on conçoit que les solutions retenues jusqu'ici pour la D.C.A. deviennent totalement insuffisantes et qu'il faille faire appel à des principes nouveaux si l'on veut pouvoir suivre l'évolution continue de la technique aérienne vers les vitesses et les plafonds toujours plus élevés.

LES PROJECTILES BRANDT POUR ARTILLERIE DE D.C.A. DE DEFENSE ELOIGNEE.-

Les projectiles Brandt pour artillerie de D.C.A. de défense éloignée appliquent un ensemble de dispositions qui permettent d'augmenter considérablement l'efficacité du tir anti-aérien des matériels en service, par simple remplacement du projectile. Les perfectionnements apportés, allègement du projectile, amélioration des formes, sous-calibrage, qui conduisent à un sensible accroissement de la vitesse initiale et à une amélioration de sa conservation sur la trajectoire, ont pour résultat principal la réduction dans une importante proportion du temps de parcours, facteur dominant de l'efficacité de tir contre avions.

L'allègement du projectile.-

L'allègement du projectile est la solution immédiate des grandes vitesses initiales.

Il permet, malgré la moins bonne conservation de vitesse, la réduction de la durée de trajet aux distances utiles de tir, distances assez réduites par rapport à la longueur totale de la trajectoire.

Il se concilie parfaitement avec le relèvement de la teneur en explosif, le projectile à forte teneur d'explosif étant relativement léger.

Son seul inconvénient est la réduction du volume dangereux du projectile, mais le rôle primordial de la durée de trajet éclipse cet inconvénient relatif.

L'amélioration des formes.-

L'amélioration des formes, toujours désirable, est ici d'autant plus efficace que le projectile est plus léger, ce qui augmente son coefficient balistique pour un indice de forme donné.

L'emploi d'une ceinture de guidage éjectable, qui permet d'avoir pour longueur d'ogive presque toute la longueur du projectile, est donc particulièrement indiqué.

Dans le cas du tir de D.C.A. contre objectif éloigné, la ceinture éjectable ne présente aucun des inconvénients, d'ailleurs très secondaires, qu'on peut craindre dans le tir de l'artillerie de campagne. En effet, dès qu'on fait un tir de D.C.A. on consent, par exemple, par coup de 75 tiré, à répandre sur une zone amie plusieurs kilos d'éclats de 10 à 50 grammes, une fusée de 500 grammes et un culot d'obus plus lourd encore. Il n'y a dès lors aucun risque supplémentaire à ajouter des fragments de ceinture éjectable en duralumin pesant quelques grammes, et qui, tenu compte de leur faible poids, de leur faible vitesse limite de chute réduite encore par leur faible densité, n'auront en retombant avec une force vive insignifiante, qu'une pénétration nulle: leur effet sera cinquante ou cent fois inférieur à celui des petits éclats de l'obus.

Or, aux angles de tir supérieurs à 10°, c'est-à-dire pour toute la zone d'utilisation de ces matériels, les fragments de ceintures ne peuvent retomber qu'à leur vitesse limite de chute (quelques dizaines de mètres-secondes).

LE SOUS-CALIBRAGE.-

L'évolution du matériel de D.C.A. s'est faite jusqu'ici dans deux voies simultanées, "relèvement des vitesses initiales", "augmentation des calibres".

./...

Dans la voie du relèvement des vitesses initiales par les méthodes classiques, on est rapidement limité par les considérations d'usure. On ne peut guère dépasser 850 m/sec. dès qu'on veut que les pièces, qui tiraient 5.000 coups et plus avec les vitesses initiales modérées, continuent à pouvoir en tirer de 500 à 1.000. On ne dépasse guère 900 m/sec. sur les pièces de marine de moyen calibre, et encore parce qu'on tolère que les pièces soient usées après avoir tiré, à charge de combat, l'approvisionnement modeste de 200 à 250 coups contenu en soutes.

L'augmentation des calibres est beaucoup plus élastique. On n'a trouvé aucune difficulté à passer, à terre, du calibre de 75 au calibre de 90; on s'oriente vers le 105. En Marine, on a admis très rapidement le 100, puis le 130, puis le 152, c'est-à-dire un calibre permettant le tir d'un projectile 8 fois plus lourd que celui du 75.

Mais il ne revient pas au même d'augmenter le calibre et la vitesse initiale. Pour une même puissance à la bouche, la durée de trajet est d'autant plus faible que cette puissance s'applique à un projectile de plus faible calibre. D'autre part, l'efficacité spécifique du projectile diminue à mesure que le poids unitaire augmente; la loi a été vérifiée expérimentalement aussi bien dans le tir contre avions que dans le tir contre le personnel. Pour atteindre les durées de trajet de 8 à 10 secondes dans le tir à vitesse initiale de 850 m/sec. aux altitudes auxquelles il est indispensable de pouvoir agir, il faudrait des calibres de 210 m/m par exemple, dont les inconvénients en poids, prix, nombre possible des pièces, et rendement du projectile seraient prohibitifs.

Le sous-calibrage permet, dans de très larges limites, à puissance donnée de l'arme, de réduire le poids du projectile, d'en augmenter considérablement la vitesse initiale, et de conserver cette vitesse comme le serait celle d'un projectile normal de calibre réduit.

Il permet d'obtenir, dans les pièces existantes comme dans celles qu'on pourrait créer en calibre supérieur, les vitesses de 1.100 à 1.200 m/sec. qui sont indispensables pour atteindre en moins de 10 secondes les altitudes où peuvent naviguer actuellement les avions.

L'allègement de la fusée et du culot.-

Sur les projectiles jusqu'ici employés, la fusée et le culot constituent une fraction notable du poids du projectile.

Contre l'avion l'effet utile de ces éléments est faible. Il ne peut en aucun cas être comparé à celui d'un même poids d'éclats provenant des parois latérales du projectile.

La fusée pesante retombe au sol, le culot fait de même, souvent presque entier, au grand dommage d'ailleurs des personnes et des immeubles qu'ils rencontreront.

Si l'allègement de la fusée et du culot est intéressant sur les projectiles normaux, il l'est encore davantage sur un projectile dont on aura réduit le poids, avec ou sans sous-calibrage.

L'usure.-

Si l'on est résigné à accepter des matériels de D.C.A. dont les tubes s'usent en 1.000 coups, il faut bien reconnaître que c'est faire un sacrifice considérable et que toute solution qui permettra de réduire cette usure sera du plus haut intérêt.

On lie communément l'usure à la vitesse initiale, et en effet, toutes les pièces à grande vitesse initiale de construction classique s'usent vite.

Mais il faut bien remarquer que la vitesse n'est pas la cause principale de l'usure. Si le canon s'use, ce n'est pas sous l'effet du frottement à grande vitesse des ceintures et du bourrelet d'ogive sur les rayures, mais bien sous l'effet de l'échauffement du tube par des gaz dont la température est liée à la pression, des fuites progressives, entre ceinture et tube, de gaz d'autant plus chauds et animés d'une vitesse d'autant plus grande que leur pression est plus élevée. Le tube ne s'use pas dans la zone où il est au contact avec le projectile à grande vitesse, car la pression y est faible, mais à l'origine des rayures, malgré la faible vitesse, car la pression y est élevée.

Elle sera de même supérieure à celle d'un matériel de 80 tirant un projectile du poids normal d'un 105 à la vitesse initiale qu'on obtient avec le 105; ce matériel de 80 m/m exigerait en effet pour le même poids de poudre une douille beaucoup plus longue et plus lourde.

Le sous-calibrage permet donc une cadence maximum élevée pour deux raisons: 1°) emploi d'une douille légère et courte pour le poids de poudre qu'elle contient; 2°) emploi d'un projectile léger et court pour le calibre du tube.

Enfin, dès que l'on fait intervenir les considérations d'usure, la cadence permise avec matériels et projectiles normaux, tombe rapidement au-dessous de la cadence maximum réalisable, surtout pour les matériels à très grande vitesse initiale. Le sous-calibrage évite cet inconvénient, dans la mesure où il réduit les pressions et les températures. Le gain peut être considérable. Un tube de 105 tirant un projectile sous-calibré en 85 recevra, par unité de surface de la paroi, un flux de chaleur deux fois moins grand environ que le tube de 85 capable de donner la même puissance.

Ainsi, qu'il s'agisse de la cadence réalisable mécaniquement ou de la cadence permise par les considérations d'usure, le sous-calibrage présente de grands avantages sur le tir d'un projectile normal non sous-calibré.

La consommation de poudre.-

Le canon à grande vitesse initiale, dans la formule classique du tube à 60 ou 70 calibres fonctionnant sous 3.500 ou 4.000 kg/cm² est un engin de rendement thermodynamique beaucoup moins élevé que le canon à pression modérée.

En premier lieu, on ne peut pas pousser la détente très loin dans un tube de ce genre, sous peine d'être conduit à des longueurs de tube prohibitives. Il ne faut d'ailleurs pas en conclure que le rendement thermodynamique est faible pour cette seule raison, car on rattrape par la valeur élevée de la pression maximum ce qu'on perd par la valeur élevée de la pression à la bouche. Mais il faut du moins remarquer que ce résultat n'est obtenu qu'avec tous les inconvénients des cycles thermodynamiques à forte pression et forte température, qui se traduisent par l'usure

dans le cas du canon comme dans celui du moteur.

C'est sur un deuxième point, échange avec les parois, que se manifeste le plus l'infériorité de la formule du canon très long, à très forte pression. Les échanges sont une fonction rapidement croissante de la température et de la pression des gaz. D'autre part, la forme de la chambre de travail, tube de faible section et de grande longueur, offre une très grande surface d'échange. On sait que la réduction considérable de longueur des cylindres de moteurs à explosion, depuis l'origine jusqu'aux réalisations actuelles où la course est à peine supérieure à l'alésage, a précisément pour raison d'offrir la surface d'échange minimum. La même raison justifie la supériorité de rendement du tube de 40 calibres sur le tube de même volume en 70 calibres.

Le sous-calibrage présente l'avantage, énorme du point de vue usure, de maintenir un bon rendement à pression modérée, grâce à une faible pression à la bouche, qui ne peut d'ailleurs avoir qu'un effet favorable sur la dispersion.

Le sous-calibrage réduit, au bénéfice du rendement, les échanges de chaleur avec les parois, à la fois par réduction des pressions et des températures, et diminution des surfaces d'échange à volume donné du tube.

L'utilisation du sous-calibrage avec les matériels existants.-

Tous les matériels d'artillerie en service sont susceptibles d'améliorations considérables par l'emploi de projectiles allégés, de forme et de construction améliorées, sous-calibrés ou non.

Pour les matériels du plus faible calibre, 75 ou 3 pouces, le sous-calibrage ne peut pas être très important sous peine de réduire exagérément l'effet du projectile; on se contentera donc, suivant la rapidité de réalisation demandée, soit d'un projectile allégé, à ceinture de guidage éjectable, utilisant les fusées existantes, soit d'un projectile allégé, également à ceinture de guidage éjectable, utilisant une fusée nouvelle spécialement étudiée du point de vue forme et allègement.

Pour les matériels de plus fort calibre, 90 et 105 m/m, le sous-calibrage s'impose. Il permet le relèvement des plafonds et la réduction des durées de trajet encore beaucoup plus indispensable.

L'application du sous-calibrage aux matériels nouveaux.-

Si l'on veut étudier un matériel entièrement nouveau, il convient d'envisager dès sa conception l'emploi de projectiles sous-calibrés. On obtiendra ainsi les plafonds et durée de trajet optimum sans avoir recours à des matériels dont le poids, le prix et les difficultés de transport seraient prohibitifs. On bénéficiera en outre de tous les avantages du sous-calibrage quant à l'usure, la cadence de tir et le bon rendement thermodynamique de la charge de poudre.

Mais la réalisation d'un matériel complet est une affaire longue et délicate. N'y aurait-il pas moyen, par une transformation simple d'un matériel existant, de relever de façon appréciable sa puissance? Ce moyen existe, c'est le remplacement du tube par un autre de calibre plus élevé et tirant à pression moindre, conjugué avec l'emploi d'un projectile sous-calibré de calibre inférieur au calibre primitif. Car le délai d'étude et de réalisation d'un tube est très inférieur au délai d'étude et de réalisation d'un affût.

Supposons par exemple que sur un affût de 90 tirant, sous une pression de 2.600 kg/cm², un projectile de 11 kg. à 820 m/sec., on monte un tube de 105 pour tirer un projectile de 6 Kg. sous-calibré en 80. Si l'on choisit un tube de même longueur et de poids voisin, on pourra disposer d'une puissance de 20 % supérieure tout en tirant sous une pression réduite à 2.300 kg/cm². On pourra utiliser ce gain de 20% sans surcharge pour l'affût, car cette puissance accrue s'applique à un projectile de poids très inférieur. A 1.220 m/sec., vitesse correspondant à la nouvelle puissance pour un projectile de 6 kg., la quantité de mouvement du projectile sous-calibré est encore inférieure de 19 % à la quantité de mouvement du projectile normal de 11 kg. tiré à 820 m/sec. Même en tenant compte du poids de poudre supplémentaire et de sa quantité de mouvement, il n'y a donc pas surcharge de l'affût.

A N N E X E I

COMPARAISON AVEC LES PROJECTILES REGLEMENTAIRES
DES PROJECTILES EXPLOSIFS BRANDT, SOUS-CALIBRES OU NON,
POUR ARTILLERIE DE D.C.A. DE DEFENSE ELOIGNEE

FRANCE

COMPARAISON AVEC LE PROJECTILE REGLEMENTAIRE

DU PROJECTILE EXPLOSIF BRANDT DE 75 m/m

A SEGMENTS DE GUIDAGE EJECTABLES POUR

MATERIEL DE 75 m/m C.A. Mle 1932

Désignation		Projectile Brandt à segments de guidage éjectables	Projectile réglementaire Modèle 1928
Poids total	kgs	4,726	6,490
Poids sur trajectoire	"	4,700	6,490
Poids d'explosif	"	0,625	0,725
Indice de forme		0,380	0,448
Coefficient balistique $10^4 C$		5,5	4,7
Vitesse initiale	m/s	851	717
Plafond à 90°	m.	9.419	8.795
<u>Durées de trajet en tir de D.C.A. à 90°</u>			
A l'altitude de 1.000 m.		1,3 sec.	1,5 sec.
" " " 2.000 m.		2,8 "	3,3 "
" " " 3.000 m.		4,8 "	5,5 "
" " " 4.000 m.		7,1 "	8,2 "
" " " 5.000 m.		9,8 "	11,3 "
" " " 6.000 m.		13,3 "	15,2 "
" " " 7.000 m.		17,3 "	20,0 "
" " " 8.000 m.		22,0 "	26,2 "

NOTA : Les chiffres rapportés sur ce tableau ont été établis au cours d'essais au tir.

FRANCE

COMPARAISON AVEC LE PROJECTILE REGLEMENTAIRE

DU PROJECTILE EXPLOSIF BRANDT DE 75 mm/m

A SEGMENTS DE GUIDAGE EJECTABLES

ET A FUSEE G.P.A. A COIFFE BALISTIQUE

POUR MATERIEL DE 75 mm/m C.A. AUTO-CANON

Désignation		Projectile (2) Brandt à segments de guidage éjecta- bles et à fusée G.P.A. à coiffe balistique	Projectile (1) réglementaire Modèle A.17
Poids total	kgs	4,220	6,166
Poids sur trajectoire	"	4,190	6,166
Poids d'explosif	"	0,545	0,675
Indice de forme estimé		0,332	0,495
Coefficient balistique $10^4 C$		5,39	5,49
Vitesse initiale	m/s	742	570
Plafond à 90°	m.	8.365	6.683
<u>Durées de trajet en tir de D.C.A. à 90°</u>			
A l'altitude de 1.000 m.		1,40 sec.	2,0 sec.
" " " 2.000 m.		3,30 "	4,5 "
" " " 3.000 m.		5,50 "	7,6 "
" " " 4.000 m.		8,25 "	11,2 "
" " " 5.000 m.		11,70 "	16,1 "
" " " 6.000 m.		15,80 "	23,0 "

(1) Les chiffres relatifs au projectile réglementaire ont été établis au cours d'essais au tir.

(2) Les chiffres relatifs au projectile Brandt ont été calculés d'après des résultats obtenus au tir avec des projectiles similaires de 75 mm/m.

FRANCE

COMPARAISON AVEC LE PROJECTILE REGLEMENTAIRE

DU PROJECTILE EXPLOSIF BRANDT DE 75 m/m

A SEGMENTS DE GUIDAGE EJECTABLES

ET A FUSEE G.P.A. A COIFFE BALISTIQUE

POUR MATERIEL DE 75 m/m C.A., MODELE 1932

Désignation		Projectile(2) Brandt à segments de guidage éjecta- bles et à fusée G.P.A. à coiffe balistique	Projectile(1) réglementaire Modèle 1932
Poids total	kgs	4,715	6,490
Poids sur trajectoire	"	4,680	6,490
Poids d'explosif	"	0,710	0,725
Indice de forme estimé		0,309	0,448
Coefficient balistique $10^4 C$		4,48	4,7
Vitesse initiale	m/s	837	717
Plafond à 90°	m.	10.445	8.795
Durées de trajet en tir de D.C.A. à 90°			
A L'altitude de 1.000 m.		1,30 sec.	1,5 sec.
" " " 2.000 m.		2,8 "	3,3 "
" " " 3.000 m.		4,6 "	5,5 "
" " " 4.000 m.		6,7 "	8,2 "
" " " 5.000 m.		9,2 "	11,3 "
" " " 6.000 m.		12,2 "	15,2 "
" " " 7.000 m.		15,6 "	20,0 "
" " " 8.000 m.		19,6 "	26,2 "

- (1) Les chiffres relatifs au projectile réglementaire ont été établis au cours d'essais au tir.
- (2) Les chiffres relatifs au projectile Brandt ont été calculés d'après des résultats obtenus au tir avec des projectiles similaires de 75 m/m.

FRANCE

COMPARAISON AVEC LE PROJECTILE REGLEMENTAIRE
DU PROJECTILE SOUS-CALIBRE BRANDT DE 90/80 m/m
POUR MATERIEL DE 90 m/m C.A. SCHNEIDER MODELE 1939

Désignation		Projectile(2) sous-calibré Brandt de 90/80 m/m	Projectile(1) réglementaire modèle 1939
Poids total	kgs	6,610	11,300
Poids sur trajectoire	"	5,795	11,300
Poids d'explosif	"	0,885	1,400
Indice de forme estimé		0,333	0,425
Coefficient balistique $10^4 C$		4,45	3,67
Vitesse initiale	m/s	1.040	822
Plafond à 90°	m.	13.095	11.593
<u>Durées de trajet en tir de D.C.A. à 90°</u>			
A l'altitude de 1.000 m.		1,0 sec.	1,25 sec.
" " 2.000 m.		2,2 "	2,8 "
" " 4.000 m.		5,06 "	6,4 "
" " 6.000 m.		9,0 "	11,2 "
" " 8.000 m.		14,05 "	17,4 "
" " 10.000 m.		21,0 "	26,4 "

- (1) Les chiffres relatifs au projectile réglementaire ont été établis au cours d'essais au tir.
- (2) Les chiffres relatifs au projectile sous-calibré Brandt ont été calculés d'après des résultats obtenus avec des projectiles similaires de 75 et de 90 m/m.

FRANCE

COMPARAISON AVEC LE PROJECTILE REGLEMENTAIRE
DU PROJECTILE SOUS-CALIBRE BRANDT DE 105/85 m/m
POUR MATERIEL DE 105 C.A. AVEC TUBE Mle 1913 L

Désignation	Projectile(2) sous-calibré Brandt de 105/85 m/m	Projectile(1) réglementaire modèle 1914
Poids total kgs	7,080	15,635
Poids sur trajectoire "	6,510	15,635
Poids d'explosif "	0,825	2,200
Indice de forme estimé	0,344	0,446
Coefficient balistique $10^4 C$	4,59	3,8
Vitesse initiale m/s	852	550
Plafond à 90° m.	10.530	7.510
<u>Durées de trajet en tir de D.C.A. à 90°</u>		
A l'altitude de 1.000 m.	1,25 sec.	2,04 sec.
" " 2.000 m.	2,7 "	4,32 "
" " 3.000 m.	4,5 "	7,28 "
" " 4.000 m.	6,65 "	10,55 "
" " 5.000 m.	9,0 "	14,4 "
" " 6.000 m.	11,9 "	19,8 "
" " 7.000 m.	15,3 "	26,7 "

(1) Les chiffres relatifs au projectile réglementaire ont été établis au cours d'essais au tir.

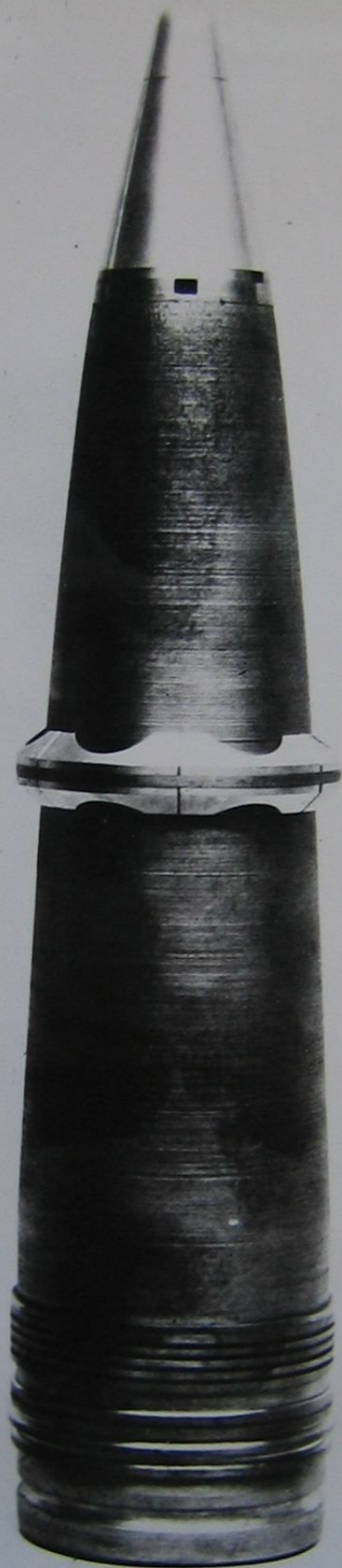
(2) Les chiffres relatifs au projectile sous-calibré Brandt ont été calculés d'après des résultats obtenus au tir avec des projectiles similaires de 75 et de 90 m/m.



Projectile explosif Brandt
à ceinture de guidage éjectable
pour matériel de 75 m/m C.A. auto-canon



Projectile explosif Brandt
à ceinture de guidage éjectable
pour matériel de 75 m/m C.A. Modèle 1932



Projectile explosif Brandt
à ceinture de guidage éjectable
pour matériel de 90 m/m C.A. Mle 1939 Schneider