

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 81 (1936)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Notice sur la perforation des blindages  
**Autor:** Daniel, C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-341702>

#### **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:** 15.01.2026

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

## Notice sur la perforation des blindages

---

L'introduction de nos canons d'infanterie, destinés avant tout à la lutte contre les objectifs cuirassés (chars d'assaut, autos-mitrailleuses) soulève une question importante : celle de la perforation des blindages.

La perforation des blindages est un problème très complexe, où règnent souvent l'empirisme et la théorie. Nous croyons intéresser nos lecteurs et particulièrement les jeunes officiers des armes lourdes en leur fournissant quelques données sur l'un des plus épineux problèmes techniques de la lutte anti-chars.

Le présent article se propose uniquement de fixer quelques points de repère afin de se rendre compte des possibilités de perforation des projectiles.

*Les blindages.* — Avant la découverte de l'acier, les blindages étaient constitués par des plaques de fer forgé. Dans la lutte entre le projectile et la cuirasse, l'épaisseur de cette dernière était le seul facteur conditionnant sa supériorité qui n'était d'ailleurs que passagère. On pouvait trouver des plaques de fer de 55 cm. d'épaisseur.

L'introduction de l'acier comme blindage devait changer l'aspect du problème. Toutefois, le manque de malléabilité des plaques d'acier provoquait leur cassure sous l'action du projectile au lieu de leur perforation comme c'était le cas des plaques de fer.

Les plaques anglaises « compound » (fer et acier) présentent une transition jusqu'au moment où, la qualité de l'acier s'étant considérablement améliorée, il put être employé seul comme blindage.

La découverte des « aciers spéciaux » (au chrome, nickel, molybdène, etc.) marque l'introduction des blindages actuels dans l'armement.

Les plaques de blindage en acier spécial ont la face d'impact durcie par cémentation (augmentation de la teneur en carbone à la surface sous l'influence de la chaleur).

On admet d'une manière générale que les bons blindages atteignent une charge de rupture d'environ 200 kilogrammes.

Suivant le calibre du projectile attaquant, un blindage réagira différemment.

Pour les petits calibres, balles perforantes ordinaires ou de 13 m/m, 22 m/m, donc de faible poids mais animées de vitesses d'impact relativement grandes, l'effet de choc est très localisé, car l'énergie à absorber est somme toute faible et l'on n'a pas à craindre de vibrations pouvant provoquer des fissures qui, sous l'effet des coups successifs, occasionnent des cassures. Donc une plaque extrêmement dure sera avantageuse ; elle pourra provoquer la cassure de l'ogive du projectile ou tout au moins l'émousser suffisamment pour rendre dès le début le tir inopérant. Les plaques cémentées sont dans ce cas les plus favorables à la protection.

Par contre, avec le calibre de 47 m/m, l'énergie cinétique à absorber est plus grande, l'ébranlement de la plaque n'est plus localisé ; des fissures peuvent se produire et sous l'action de coups successifs, celle-ci peut se casser. Par conséquent, lors du tir anti-chars, il ne faut pas oublier que si l'obus ne perfore pas d'emblée le blindage, ce dernier est tout de même soumis à une forte épreuve qui, si elle se prolonge, provoquera la destruction. Dans ce cas, des plaques dont toute l'épaisseur offre la même résistance sont indispensables, d'où leur nom de *plaques homogènes*.

*Etude sommaire des projectiles perforants.* — Nous allons examiner à quelles conditions doit satisfaire un projectile pour perfore un blindage déterminé. Ce sont :

1<sup>o</sup> *l'énergie cinétique d'impact* : elle dépend de la vitesse restante (V<sub>r</sub>) et de la masse du projectile (M) ;

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

2<sup>o</sup> *le calibre* ;

3<sup>o</sup> *la forme du projectile*.

1. Tenant compte des éléments ci-dessus, cherchons quelle est la vitesse stricte de perforation<sup>1</sup> nécessaire pour perforer un blindage déterminé.

Il existe une quantité de formules permettant de calculer le pouvoir perforant des projectiles. Elles sont basées, tant les unes que les autres, d'une part sur des données théoriques et, d'autre part, sur des données empiriques.

Aucune de ces formules ne donne des résultats exacts ; toutefois les ordres de grandeur obtenus suffisent dans la plupart des cas.

Nous citerons la plus usitée, celle du colonel français Jacob de Marre :

$$V = \rho 1530 \frac{a^{0.75}}{p^{0.5}} e^{0.7}$$

où :

$V$  = vitesse stricte de perforation ;

$a$  = diamètre du projectile (calibre) en dm. ;

$p$  = poids du projectile en kg. ;

$e$  = épaisseur de la plaque en dm. ;

$\rho$  = un coefficient qui dépend de la qualité de la plaque et qui varie de 1 pour l'acier ordinaire à 1.4 pour les plaques cémentées.

2. Si nous élevons cette formule au carré et que nous groupions les facteurs de manière que le premier membre forme ce que l'on pourrait appeler l'énergie spécifique nécessaire pour obtenir la perforation du blindage donné, on obtient :

$$\frac{p V^2}{a 1.5} = \rho^2 1530 e 1.4$$

<sup>1</sup> On nomme *vitesse stricte de perforation* la vitesse nécessaire au projectile pour perforer le blindage et tomber sans vitesse de l'autre côté. C'est cette vitesse minimum que doit posséder le projectile à la distance où l'on exige qu'il perfore encore un blindage. Aux distances inférieures, la vitesse restante étant plus élevée correspondra soit à un excédent de puissance pour la perforation du blindage imposé, soit à une vitesse stricte de perforation plus élevée correspondant à un blindage plus résistant.

Nous voyons d'emblée que : 1<sup>o</sup> plus le premier membre est grand, plus l'épaisseur strictement perforée est grande ; 2<sup>o</sup> que plus le calibre  $a$  sera petit, plus l'épaisseur strictement perforée par un projectile de poids  $p$  sera grande.

Ceci est facilement compréhensible si l'on songe au « forage » que doit faire le projectile de calibre  $a$  ou de calibre  $A$ .

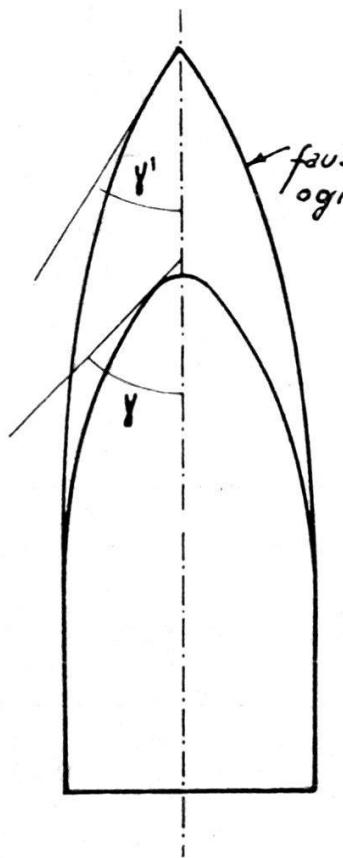


FIG. 1.

3. Le projectile doit avoir une forme satisfaisant à deux conditions qui sont contradictoires : les projectiles perforants, destinés à la lutte anti-chars, doivent se mouvoir sur une trajectoire tendue, ce qui implique qu'ils sont animés à leur départ d'une grande  $V_0$ . En outre il faut leur conserver cette vitesse dans la mesure du possible, de manière à avoir à l'impact une énergie restante très élevée. Pour remplir cette condition de balistique extérieure, il importe que notre projectile soit allongé (première obligation).

Malheureusement cette forme allongée ne peut pas être très effilée, ce qui serait avantageux contre la résistance de l'air, car au moment de la perforation la pointe risquerait de se casser. Ce serait alors un corps informe qui devrait perforer au prix d'un travail beaucoup plus élevé.

Donc la seconde condition (effillement limité) s'oppose à la première.

Deux solutions s'offrent :

1. Trouver un compromis satisfaisant tant bien que mal aux deux conditions.
2. Recouvrir le projectile d'une *fausse ogive* dont la forme est avantageuse au point de vue balistique extérieure et construire le projectile avec une forme favorable pour la perforation.

Cette fausse ogive est creuse et doit pouvoir se détruire très facilement au choc, de manière à ne pas gêner la perforation. La solution de la fausse ogive a été adoptée pour l'obus perforant de notre canon d'infanterie de 47 m/m.

Les considérations que nous avons émises jusqu'à maintenant impliquaient l'arrivée normale du projectile au point d'impact. Condition rarement réalisée sur le champ de bataille pour deux raisons : 1<sup>o</sup> les plaques de blindage peuvent se présenter obliquement par rapport à la direction de tir de

l'arme anti-chars ; 2<sup>o</sup> par le fait qu'un grand

nombre d'engins blindés présentent un blindage en forme de carapace de tortue, où les surfaces planes sont réduites au minimum.

Si l'angle d'incidence n'est pas

nul, le problème de la perforation change d'aspect.

Quand le projectile arrive obliquement sur la plaque, nous avons la formation de deux composantes :

Si  $II < I$  le projectile pourra perforer (à condition d'avoir l'énergie suffisante).

Si  $II > I$  le projectile ricochera.

Ces deux composantes, issues de l'énergie cinétique au point d'impact, dépendent de l'angle d'incidence  $i$ .

A cette occasion nous rendons nos camarades attentifs au fait suivant : on entend beaucoup dire que notre canon d'infanterie de 47 m/m perfore à 500 m. 40 m/m d'acier avec un angle d'arrivée de 30° ; c'est une erreur, il s'agit de 30° par rapport à la normale à la plaque au point d'impact (l'angle d'incidence).

Revenons aux résultats de perforation obtenus par la formule de Jacob de Marre. Ils peuvent être, jusqu'à 15°

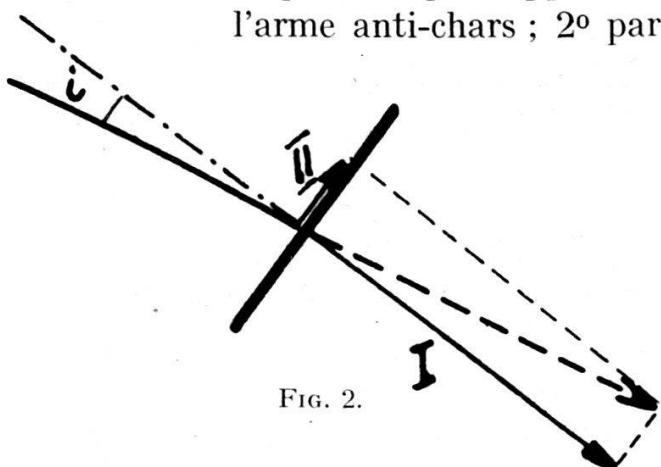
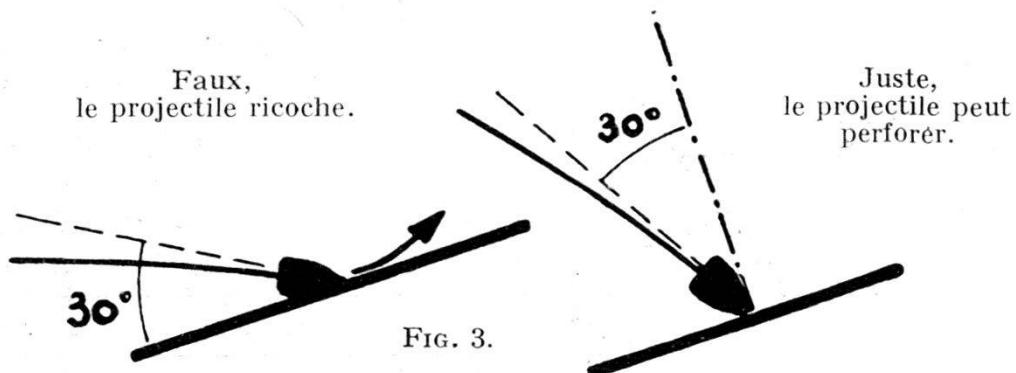


FIG. 2.

d'angle d'incidence, assimilés aux résultats admis pour la normale ( $0^\circ$ ). Au delà de  $15^\circ$  les opinions varient suivant les auteurs.

On a écrit que la perforation décroît d'environ 10 % pour chaque  $10^\circ$  d'angle d'incidence, mais cette affirmation est loin d'être générale. On admet aussi que la puissance de perforation varie comme le cosinus de l'angle d'incidence. Cette règle est valable jusqu'à  $30^\circ$ ; au delà elle est complètement fausse. Au-dessus de  $30^\circ$  le projectile ne perfore plus,



mais défonce et on parle de « vitesse de défoncement ». Toutefois ceci se rapporte à un autre sujet.

Cranz<sup>1</sup> admet que le résultat doit être multiplié par  $(\cos \frac{3}{2} i) 1.43$ , mais il n'indique pas dans quelles limites de  $i$ .

Dans ce domaine, on est en plein empirisme ; seule l'expérience est concluante.

Notons en passant que le projectile ne se termine pas par une « pointe », mais par une ogive. En conséquence l'angle de l'ogive  $\gamma$  en relation avec l'angle d'incidence  $i$  joue aussi un rôle (voir fig. 1).

On serait tenté de donner à  $\gamma$  une valeur aussi petite que possible, mais nous avons vu que les ogives effilées n'étaient pas avantageuses. Par conséquent, on ne descend guère pour  $\gamma$  au-dessous de  $45^\circ$ .

Les obus de rupture ont souvent une ogive munie d'une

<sup>1</sup> *Lehrbuch der Ballistik*, I. Band.

sorte de protège-pointe dénommée *coiffe*, laquelle est en acier extrêmement dur.

Lors de la perforation, il arrive que l'ogive se brise sur la partie cémentée de la plaque. La coiffe doit parer à cet inconvénient. A la rigueur, la coiffe pourra se briser dans les couches dures du blindage, mais celles-ci seront désorganisées et l'ogive de l'obus pourra arriver intacte dans la partie non cémentée.

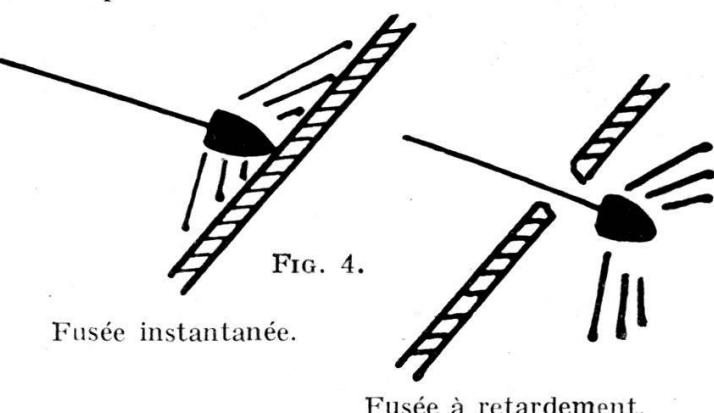
*Les fusées des obus de rupture.* — Dans le tir anti-chars les projectiles pleins, après avoir traversé le blindage, doivent atteindre une partie vitale du char, ou l'équipage, pour mettre l'engin hors de combat. Cela implique que le projectile possède

encore, après la perforation, une énergie suffisante. Autrement dit, le projectile doit attaquer le blindage avec une vitesse bien supérieure à la vitesse stricte de perforation pour pouvoir encore accomplir un travail quelconque.

En revanche, après la perforation l'obus éclate, ce qui augmente considérablement la probabilité de mise hors de combat. Les fusées ordinaires sont inutilisables parce que trop sensibles (fig. 4), elles fonctionneraient avant que l'obus ait eu le temps de perforer.

Les fusées des obus de rupture sont des fusées à retardement (fig. 4). Autrement dit, il s'écoule un laps de temps plus ou moins long (variant suivant la sensibilité de la fusée) entre le moment où le projectile frappe le blindage et celui où il éclate. Ce temps est alors utilisé par le projectile pour la perforation.

En ce qui concerne les obus ordinaires, les fusées sont logées dans l'ogive. Nous avons vu que l'ogive des obus de rupture était soumise à des efforts considérables, que lors



de la perforation elle risquait de se briser sur les couches cémentées ou tout au moins de subir de graves déformations. On comprend facilement qu'il n'est pas question d'y loger une fusée, celle-ci ayant son sort lié à celui de l'ogive. Les fusées sont de construction délicate et il faut à tout prix qu'elles restent en bon état pour pouvoir fonctionner. Aussi la fusée est-elle logée dans le culot de l'obus, d'où le nom *obus de rupture à fusée de culot*. Ainsi l'obus peut en

perforant casser ou déformer son ogive sans que la fusée soit endommagée.

\* \* \*

Comme nous l'avons vu, la perforation des blindages exige des projectiles devant remplir des exigences souvent contradictoires. Ils sont par conséquent toujours le résultat d'un compromis.

De plus, la lutte entre le projectile et la cuirasse est très ancienne ; elle marque des moments d'accalmie mais jamais d'arrêt. Aussi tant les blindages que les projectiles perforants se démodent-ils très vite suivant les progrès de l'industrie métallurgique en particulier.

Nous n'avons pas parlé des perforations réalisées par les projectiles d'infanterie de petit calibre, soit par balles ordinaires, soit par balles à noyau d'acier, ni par les projectiles du type Gerlich tirés au moyen d'armes à âmes tronconiques, animés de vitesses initiales de l'ordre de grandeur d'environ 1400 m/sec.

Nous nous réservons dans un prochain article d'étudier les points ci-dessus et les procédés employés pour réaliser les très grandes vitesses initiales.

Capitaine Ch. DANIEL,  
officier-instructeur d'infanterie.

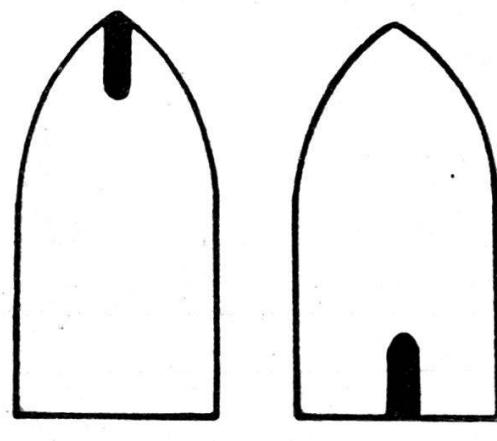


FIG. 5.

Fusée  
dans l'ogive

Fusée  
de culot