Zeitschrift: Revue Militaire Suisse

Herausgeber: Association de la Revue Militaire Suisse

Band: 25 (1880)

Heft: (1): Revue des armes spéciales : supplément mensuel de la Revue Militaire Suisse

Artikel: Notes sur la construction des bouches à feu [suite et fin]

Autor: Fornerod-Stadler, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-335315

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: 09.01.2026

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

REVUE DES ARMES SPÉCIALES

Supplément mensuel de la REVUE MILITAIRE SUISSE, n° 1 (1880.)

Notes sur la construction des bouches à feu

par M. Fornerod-Stadler, lieut.-colonel d'artillerie.

(Suite et fin.)

Or, cette trajectoire nécessite tout au plus une vitesse initiale de 440 m. avec un projectile qui lui soit proportionné, vitesse qu'il est encore aisé d'atteindre dans des conditions normales sans encourir trop d'inconvénients. Les projectiles consistant seulement en obus à anneaux segmentés et en shrapnels, on peut leur donner un poids suffisant sans avoir recours à une longueur démesurée. Enfin en concédant une légère diminution du rendement et par contre un faible surcroît de charge, on peut réduire la longueur d'âme du canon à environ 24 calibres. Ainsi pour le calibre de 8,4 cm. on aboutit d'après ces considérations à un canon ayant une longueur d'âme de 2.00 m. et à un projectile pesant 7,3 kg., lancé par une charge d'au plus 1350 grm., qui donnerait avec une poudre convenable une pression d'environ 1600 atm.

Cette pression pourrait être supportée aussi par un canon en bronze-acier pendant un nombre de coups indéfinis puisque la limite d'élasticité de ce métal varie entre 1600-2000 kilos et que d'après les données dues au général Uchatius les déformations permanentes ne commencent qu'avec des pressions supérieures à 2400 atmosphères.

Cependant quels que soient les avantages que puisse présenter un modèle de bouche à feu de ce genre, son introduction dans notre artillerie rencontrerait de graves difficultés. L'adoption d'un projectile de 7,3 kilos nécessiterait la transformation complète de l'aménagement et du compartimentage des coffres de toutes les voitures à munition des batteries. En second lieu, *on ne possède pas encore une espèce de poudre qui satisfasse en tout point aux conditions imposées et qui permisse d'atteindre le rendement maximum, sans dépasser d'une façon notable ou la pression prévue, ou le poids de la charge indiquée.*

A cet égard, la *poudre à gros grains* allemande paraît, plus que toute autre, posséder les qualités qui se rapprochent le plus de celles qui sont requises. En effet, pour une vitesse donnée, c'est celle qui de beaucoup produit les pressions les moins élevées qui correspondent le mieux à celles qui furent déduites par le calcul. Mais cette poudre présente les inconvénients déjà signalés au début de cette étude; c'est-à-dire qu'elle ne se prête pas à l'usage d'une densité de chargement suffisante, en raison de la forme des grains et de son poids spécifique. Il en résulte une perte de vitesse qui ne peut être compensée que par un surcroît de charge et par un abaissement correspondant de son rendement.

Il est bien probable qu'en se servant de l'ancienne poudre réglementaire du plus gros grain, on obtienne la vitesse recherchée sans

augmentation de charge, mais alors la pression initiale serait sans doute beaucoup plus forte.

Ces considérations ont forcément conduit à l'adoption du modèle adopté dernièrement, qui lance un projectile de longueur et de poids réduits, avec une charge de 1400 grammes de poudre à gros grains.

Cet exemple fait ressortir l'influence que les exigences du service et les considérations qui ont trait à la mise en application des principes que nous avons posé précédemment, exercent nécessairement sur le choix d'un modèle de bouche à feu pour l'artillerie de campagne.

Quoi qu'il en soit, si on considère tous les progrès qui ont déjà été apportés à la fabrication des poudres en peu d'années, on est autorisé à penser que les poudrières parviendront probablement, dans un avenir prochain, à produire une qualité de poudre encore mieux appropriée aux bouches à feu de petit calibre que celle adoptée momentanément, qui permettra d'atteindre le rendement maximum de la charge sans dépasser le niveau de pression prévu.

Les conditions auxquelles doivent satisfaire les *canons de l'artillerie de position* diffèrent essentiellement de celles imposées aux bouches à feu de l'artillerie de campagne. L'utilisation de l'efficacité du tir de ces pièces à de plus grandes distances est devenue indispensable. En effet les canons de position sont destinés à l'armement de positions fortifiées, généralement très dominantes d'où ils peuvent battre déjà à de grandes distances le terrain des attaques, les voies de communication, les localités, les défilés et tout mouvement de corps de troupes un peu considérable. Il faut aussi qu'ils suppléent dans une certaine mesure, à leur défaut de mobilité par des portées plus étendues. Il y a donc tout intérêt à tirer le meilleur parti d'une position fortifiée en utilisant l'efficacité de tir des pièces d'artillerie jusqu'aux limites de leur portée utile, pourvu que les dimensions du but soient proportionnées à la précision du tir.

Il faut par conséquent tenir grand compte des éléments qui influent sur les trajectoires étendues et sur le mode d'action des projectiles aux grandes distances. Indépendamment de ces considérations l'action de l'artillerie de position est double. Elle doit agir non-seulement contre les troupes mais aussi contre des buts d'une certaine résistance. D'autre part enfin, quoique les pièces ne soient plus appelées à suivre rapidement les manœuvres et les mouvements des troupes, il faut cependant tenir grand compte de leur mobilité en vue de l'armement rapide, en terrain accidenté, de positions souvent peu accessibles, ainsi que des difficultés pour le réapprovisionnement des munitions.

Il résulte de ces considérations que ce genre d'artillerie ne peut pas se borner seulement à l'usage de canons de gros calibres, quoique ces derniers soient les seuls qui puissent agir à la fois contre les troupes et contre des ouvrages très solides. Pour des raisons d'économie, de facilité de transport, de réapprovisionnement et d'armement, il faut avoir recours à deux calibres différents. L'un pour canon léger de position plus spécialement destiné à agir contre des troupes, l'autre pour canon lourd de gros calibre, moins transpor-

table, beaucoup plus coûteux, destiné à contre-battre plus spécialement les ouvrages de fortification.

Le canon léger de position doit posséder un tir étendu, à shrapnels jusqu'à 4000 m., à obus jusqu'à 8000 m. Son efficacité doit être supérieure à celle des canons de l'artillerie de campagne. L'obus doit posséder une charge intérieure et une force de pénétration suffisante pour que ces pièces puissent agir à grande distance contre les localités et à distance moyenne contre les retranchements à l'aide du tir à démonter. Cette bouche à feu doit être nécessairement montée sur un affût de position afin que la pièce étant placée derrière l'épaulement, les servants soient suffisamment protégés contre les feux directs. Le poids de l'ensemble, bouche à feu et affût, peut comporter celui d'un caisson d'artillerie chargé, soit 2000-2200 kilo, afin que ces pièces soient encore assez transportables pour permettre d'armer rapidement des batteries établies en terrain accidenté. Or un affût de position suffisamment résistant pèse environ 900 kilo ; il reste donc pour le canon un poids de 1100 1200 kilo.

Pour tirer le meilleur parti de ce poids, il faut rechercher le calibre le plus convenable en ayant égard aux exigences imposées à la trajectoire et à l'efficacité des projectiles. La trajectoire qui permet d'étendre le tir à shrapnel jusqu'à 4000 m. et le tir à obus jusqu'à 8000 m., nécessite une vitesse initiale de 475 m.

Si on considère le *calibre de* 12 *cm.*, on s'apercoit bientôt qu'une bouche à feu de ce genre appropriée à cette vitesse serait trop lourde. En effet elle aurait une longueur d'au moins 3,8 m. et pèserait environ 1600 kilo. En outre des projectiles de 25 kilo et des charges de 5,5 kilo constitueraient un système de munition trop lourd et trop coûteux.

D'autre part le *calibre de* 8,4, *cm.*, organisé pour la vitesse de 475 m. et lançant des projectiles de 9,5 kil. aurait un effet d'obus insuffisant, la charge d'éclatement serait trop réduite, d'autant plus que pour des projectiles aussi allongés et des vitesses aussi fortes, on est forcé de donner plus d'épaisseur aux parois au détriment de la capacité intérieure du projectile.

Le calibre le plus convenable est donc un intermédiaire entre ceux de 8,4 cm. et de 12 cm. Celui de 10,5 cm., déjà en usage en Suisse pour l'artillerie lourde de campagne, semble le mieux satisfaire, à la fois, aux conditions d'efficacité et aux exigences tactiques.

La détermination d'un modèle de bouche à feu de ce calibre présente deux modes de solution, qui ont pour base, l'un, *la condition de l'emploi pour les charges de la poudre à gros grains déjà en usage pour les canons Krupp,* et l'autre *la supposition qu'on puisse disposer d'une nouvelle espèce de poudre possédant toutes les qualités requises* pour obtenir le rendement maximum, mais qui toutefois reste encore à créer.

Les considérations qui ont trait au choix du poids des projectiles sont les mêmes dans les deux cas. D'après le tableau, on voit qu'à la vitesse de 475 m. correspond un poids de projectile de 18,5 kilo,

à celle de 450 celui de 16 kilo et à celle de 500 m., celui de 21,5 kilo.

Les deux premiers ont déjà un effet amplement suffisant. Le *shrapnel* contiendrait environ 350 balles et l'*obus ordinaire* aurait une charge intérieure de 1 kilo. Des projectiles de ce calibre pesant 21,5 kilo n'auraient d'utilité que pour l'artillerie de marine ou de côte en vue de l'effet de perforation. Pour l'artillerie de position des projectiles aussi lourds constitueraient une munition trop coûteuse et peu transportable.

Le poids de 18,5 kilo n'est pas même absolument indispensable; même en le réduisant à 16 kilo, le projectile conserve encore à peu près la même efficacité. La différence s'accuse par la forme de la trajectoire. Tiré avec la même charge que celui de 18,5 kilo, le projectile de 16 kilo donnera une trajectoire plus tendue aux distances rapprochées et moyennes, propriété qui sera à l'avantage du tir à shrapnel. Par contre, le projectile plus lourd conservant mieux sa vitesse, donnera aux grandes portées une trajectoire plus étendue et plus régulière mieux appropriée pour le tir à obus aux grandes distances.

Toutefois, si on considère que le canon de 10,5 cm. de position est plus spécialement destiné à agir contre les troupes jusqu'aux distances moyennes; que le tir à obus à toute volée ne se présente que dans des cas tout à fait exceptionnels; que cette différence de poids ne peut pas influer d'une façon notable sur l'effet des projectiles; enfin que, pour obtenir avec le projectile plus léger la vitesse voulue en faisant usage de la poudre à gros grains actuelle, il faut déjà un surcroît de charge assez considérable, on est porté à admettre le poids de 16 kilo comme suffisant en attendant que la fabrication des poudres réussisse à produire une poudre plus efficace.

Pour déterminer les dimensions essentielles d'un modèle de canon de 10,5 cm. organisé pour tirer avec la poudre actuelle à gros grains, il convient de choisir pour point de départ une charge qui assure au projectile de 16 kilo une vitesse supérieure à celle de 475, considérée déjà comme indispensable pour un projectile de poids normal, soit donc environ de 490 à niveau de la mer et d'au moins 500 m. à l'altitude moyenne du plateau suisse.

La charge correspondante à cette vitesse comporte $\frac{1}{4,64}$ du poids du projectile, soit donc de 3450 grammes pour une poudre qui permettrait d'obtenir le rendement maximum de la charge. Or, d'après les considérations émises au début de ce travail, il résulte que pour la poudre à gros grains on est contraint d'augmenter le poids de la charge d'au moins 16 %, ce qui conduit en définitive à porter ce dernier à 4 kilo.

La longueur d'âme correspondante à cette charge est alors d'environ 3,4 m. La pression comporte 1900 atmosphères.

Il est à présumer que l'affût pourra supporter cette charge; du moins l'expérience acquise avec le canon d'étude de 12 cm. semble l'indiquer. Mais il est cependant probable qu'au point de vue de la fatigue imposée à l'affût, la charge de 4 kilo devra être considérée comme un maximum qu'il ne conviendrait pas de dépasser.

Ainsi donc, par les considérations qui précèdent, on est conduit, dans ce cas, à abaisser le rendement de la bouche à feu à 50 dynamodes par kilo de charge, soit d'une façon assez notable.

Si on disposait d'une poudre aussi progressive que la précédente, avec laquelle on put atteindre une densité de chargement se rapprochant de l'unité et obtenir le maximum de rendement correspondant à ce calibre. La charge de 3,5 kilos suffirait pour obtenir le même effet qu'avec le modèle précédent et la longueur d'âme pourrait être réduite à 3,2 m.

Quoi qu'il en soit, dans les deux cas considérés, l'efficacité de la bouche à feu dépassera amplement les exigences tactiques, car sous l'angle de 35°, la portée comportera encore au moins 10,000 m.

Dans ces conditions le poids du canon comportant environ 1200 kilo, poids qui correspond assez bien aux conditions de mobilité exposées plus haut.

La pression que produirait la charge de poudre, possédant les qualités requises, n'étant que de 1900 atmos., ce canon peut être fabriqué en *acier doux fretté* ou en *bronze-acier.*

L'usage de charges beaucoup plus fortes entraînerait une série d'inconvénients qui ne seraient pas compensés par une augmentation correspondante de l'efficacité de la bouche à feu. Mais si malgré cela *ce calibre devait fournir une trajectoire encore plus tendue et plus régulière et si les portées dussent être augmentées, il faudrait non-seulement avoir recours à une plus forte charge mais aussi à des projectiles plus lourds de poids normal.*

Une bouche à feu de 10,5 cm. du genre considéré paraissant devoir être destinée à entrer pour une large part dans le nouvel armement projeté pour l'artillerie de position et par suite des démarches du comité d'artillerie suisse, la maison Krupp a établi un premier modèle d'étude de ce calibre, modèle qui fut expérimenté déjà au mois de mars 1879 et une seconde fois au mois d'août lors des expériences à grande échelle qui eurent lieu à Meppen.

Mais à l'exception du poids du projectile, qui est le même, le modèle Krupp de 10,5 cm. a été établi dans des conditions entièrement différentes de celles qui ont été exposées plus haut. La chambre est disposée pour la charge de 5 kilo et la longueur d'âme comporte seulement 2574^{mm}. Or une charge aussi forte doit nécessairement provoquer une fatigue excessive à l'affût. Pour l'utiliser il faudrait une longueur d'âme de 4,0^{m} au lieu de 2,6^{m}. Même pour la charge de 4,0 kilos, ce modèle serait encore beaucoup trop court.

En effet les résultats des expériences qui furent faites avec ce modèle ne correspondirent pas aux conditions recherchées; mais elles n'en fournirent pas moins des données fort instructives. Avec la charge de 4,2 *kilos de poudre prismatique, et parconséquent avec la faible densité de chargement de 1,5 cm.^{3} par kilogramme de poudre, le projectile de 16 kilos atteignit une vitesse initiale de 457 m. et la pression indiquée par le « crusher » fut de 1960 atmosphères.*

Cet essai confirme pleinement la justesse des principes qui ont servi de base à la déduction des données contenues dans le tableau sur les dimensions essentielles à donner aux bouches à feu.

En effet, puisque la pression obtenue se rapproche sensiblement de celle que nous avons déduite pour la charge de 4 kilo et que dans les conditions défavorables indiquées on a obtenu une vitesse de 457 m. avec une faible densité de chargement, il est d'autant plus probable qu'en donnant à la bouche à feu les dimensions voulues on atteindra l'effet recherché.

Il ressort aussi de ces premiers essais, que l'affût supporte très bien la pression indiquée et que sous l'angle de 35° le projectile a une portée de 9050 m. Or il convient de noter que le modèle de 12 cm. Krupp lance un projectile de même poids avec une charge de 3,4 kilo et une vitesse de 475 m. à une distance de 8000 m. *Cet exemple fait ressortir d'une manière frappante combien il importe de donner aux projectiles un poids proportionné à la vitesse acquise, si on a en vue des trajectoires régulières et étendues.*

Au reste, si nous sommes bien informés, la maison Krupp à l'intention de construire un second modèle de ce calibre se rapprochant davantage des dimensions indiquées et qui selon toute probabilité correspondra mieux aux conditions voulues.

Le *calibre de 12 cm.* est un intermédiaire entre ceux de 10 cm. et de 15 cm. Il partage les défauts de l'un sans posséder les avantages de l'autre. Il est trop lourd pour pouvoir remplacer avantageusement le canon de 10,5 cm. et son effet contre des ouvrages en terre et des abris est trop faible pour qu'il puisse être substitué à un canon de 15 cm. Il n'y a donc pas lieu d'en faire le sujet de considérations spéciales. S'il figure dans le tableau c'est afin que les données puissent servir de terme de comparaison avec les modèles existants.

Le calibre de 15 cm. est généralement considéré comme étant celui qui convient le mieux, dans l'attaque et la défense des positions fortifiées, pour agir plus spécialement contre les parapets et les abris solides. Il va de soi que ce calibre a aussi une action très efficace contre les troupes et pour le tir à démonter; mais comme ses munitions sont coûteuses et d'un transport plus difficile, il convient de n'en user dans ce but qu'à défaut d'autres pièces de plus petit calibre.

Pour agir contre les terres, les maçonneries et les abris, en un mot contre des buts résistants, on a recours à des projectiles très lourds, contenant une forte charge d'éclatement; conditions qui réclament l'emploi de bouches à feu de fort calibre. Mais ici de nouveau la limite est tracée par le poids que la pièce ne doit pas dépasser pour rester encore suffisamment transportable sur des routes ordinaires. En général on admet pour limite le poids de 5500 kilo. Il faut déduire de ce poids environ 2500 kilo pour l'affût, en conséquence la bouche à feu ne doit pas peser plus de 3000 kilo.

La trajectoire doit procurer la faculté d'étendre le tir à shrapnel jusqu'à 4500 m. et le tir à obus jusqu'à 10,000 m. sous l'angle 35°.

Ainsi donc, ici aussi, la vitesse de 475 m. est amplement suffisante si le poids du projectile est bien proportionné à cette dernière.

La bouche à feu correspondant à ces conditions est en effet du calibre de 15 cm. En profitant des données fournies par le tableau et en procédant d'une façon analogue au mode déjà suivi pour le choix d'un modèle d'une bouche à feu de 10,5 cm., on obtient les données essentielles suivantes :

Poids du projectile de 4,0 calibres . . .	45 kilo.
Poids de la charge	8,5 à 9 »
Longueur de l'âme.	3800mm.
Longueur totale de la bouche à feu . . .	4200 »
Poids	3000 kilo.
Pression initiale.	2100 atmos.

Une bouche à feu de ce genre peut probablement être fabriquée aussi bien en bronze comprimé qu'en acier fretté.

Quand même le poids spécifique du bronze est plus élevé que celui de l'acier, il n'en résulte pas forcément que les canons de bronze-acier soient plus lourds que les canons en acier fretté. En effet le frettage nécessite des épaisseurs totales de métal plus grandes que pour les canons en bronze coulé d'un seul bloc. C'est du moins le cas pour le canon Krupp de 15 cm., modèle de 1876. En conséquence, si pour des canons en bronze-acier ces épaisseurs sont bien choisies on arrive facilement à un poids total qui ne dépasse pas celui des canons frettés en acier.

Toutefois une bouche à feu de ce modèle présente l'inconvénient d'être très lourde et fort coûteuse.

Dans un pays aussi accidenté que la Suisse, où les ouvrages destinés à la défense du pays ne peuvent être armés qu'au moment d'une mobilisation, il importe de tenir grand compte de la mobilité du matériel.

D'autre part aussi, si on voulait employer des canons aussi coûteux partout où le calibre de 15 cm. paraît indispensable, on courraît risque de réclamer du pays des sacrifices hors de proportion avec ses ressources. Ces considérations conduisent à rechercher un modèle de canon de même calibre qui puisse être substitué aux canons lourds de 15 cm. dans tous les cas où les grandes portées indiquées plus haut ne sont pas d'une impérieuse nécessité. Les dimensions qu'indiquent notre tableau pour la vitesse de 400 m. nous semblent satisfaire pour le mieux à ces considérations. Un modèle semblable en bronze ne pèserait guère plus de 1700 kilo et l'affût 1100 kilo, ce qui donne un poids total de 2800 kilo. La limite de la portée utile du tir à shrapnel serait de 3000 m. et celle du tir à obus de 6500 m. Le prix de cette bouche à feu ne comporterait guère plus de la moitié de celui d'un canon lourd en acier fretté.

Les modèles de 15 cm. que nous venons de considérer concernent seulement les *tirs de plein fouet*. Pour les *tirs plongeants* et *verticaux* à petites distances et à distances moyennes, il faut avoir recours *aux mortiers* ou aux *obusiers rayés*. Le choix d'un modèle est à la fois une question de poids et d'efficacité de projectile. Un mortier rayé suffisamment mobile possédant une justesse de tir en portée analogue à celle du canon de même calibre est sans doute

appelé à rendre de grands services, on peut même dire qu'il est devenu indispensable pour l'attaque de positions fortifiées, vu que, à précision égale, le *tir en bombe* a toujours plus d'effet que les feux plongeants. Toutefois, afin de conserver au projectile un effet suffisant, on ne peut guère descendre au-dessous du calibre de 15 cm.

On a expérimenté dernièrement chez Krupp un modèle de mortier rayé de ce genre, qui semble fort bien satisfaire à la fois aux conditions de mobilité et d'efficacité qu'on peut attendre de ce calibre. Cette bouche à feu, sans doute peu coûteuse, pourrait probablement suffire dans tous les cas où notre artillerie de position serait appelée à faire usage du tir en bombe.

L'*artillerie de siége*, par contre, doit pouvoir disposer d'engins encore plus puissants en vue de l'attaque des forteresses modernes. Il faut des projectiles encore plus lourds, possédant un grand effet de mine. Il convient donc de tirer le meilleur parti du poids le plus fort qui puisse être considéré comme suffisamment transportable sur des routes ordinaires, soit environ 5500 kilos. A cet effet, la vitesse initiale de ces bouches à feu ne dépassant guère 250 m., il y a avantage, pour un poids de l'ensemble donné, à réduire la longueur du projectile à 2 calibres et à augmenter le plus possible le calibre de celui-ci afin d'obtenir une plus grande charge intérieure et de façon à ce que le projectile arrive au but de pointe.

Pour ce qui concerne *l'artillerie de côte et de marine, les questions de poids et de longueur de la bouche à feu n'ont plus qu'une importance secondaire;* on a une latitude suffisante pour retirer de chaque calibre toute la puissance dont il est susceptible. Cette condition est devenue même d'une nécessité absolue, parce qu'elle permet d'augmenter encore considérablement l'effet des calibres en usage avant que de passer à des constructions plus gigantesques. Au reste il est un fait certain, c'est que *pour une pression donnée, reconnue comme admissible en ayant égard au degré de résistance et de sécurité que présente le mode de fabrication de la pièce, le poids total de la bouche à feu sera le mieux utilisé si l'effet utile de la charge atteint son maximum.* C'est-à-dire que la limite de la puissance de chaque calibre dépend en premier lieu de la pression que la bouche à feu peut supporter avec des garanties de sécurité et de durabilité suffisantes. Cette pression dépend du mode de fabrication et ne peut être déterminée avec certitude que par la voie expérimentale.

Les expériences faites au polygone Krupp fournissent à ce sujet de précieux renseignements. Ce sont du moins les plus complets que nous possédions. Il paraît en résulter que la qualité des matériaux et les perfectionnements apportés à leur mode de fabrication rend les bouches à feu de ce système susceptibles de supporter des pressions de plus de 3000 atmosphères. Toutefois il est bon de remarquer que le nombre de coups tirés avec des pressions aussi fortes ne permet pas encore de conclure sur la durabilité de ces pièces, quoi qu'on soit autorisé à admettre qu'elles peuvent supporter un assez grand nombre de ces derniers sans présenter des signes de dégradations sensibles.

Quoi qu'il en soit, il est certain que ces bouches à feu peuvent résister à des efforts supérieurs à ceux que comporteraient les calibres considérés dans le tableau et qui seraient construits pour fournir des vitesses de 500 m. Il est aussi probable que même les canons du plus gros calibre pourraient être établis dans des conditions analogues.

En établissant pour les gros calibres de l'artillerie de marine et de côte un tableau dans le genre de celui qui précède, on ferait ressortir combien la puissance des canons de grand calibre de ces artilleries est encore susceptible d'accroissement. Mais cette question nous entraînerait hors du cadre que nous nous sommes proposé dans cette étude. Nous nous bornerons à citer deux exemples qui suffiront pour élucider la question. Dans ce but nous choisirons les calibres de 15 cm. et de 40 cm.

Il ressort de notre tableau qu'un canon long de 15 cm. possédant une longueur d'âme de 5,10 m. peut lancer un projectile de 60 k. avec une vitesse de 500 m. La charge est d'au plus 13 kilo et la pression de 2400 à 2500 atmosphères environ. En conséquence la force vive du projectile comporte 765 dynamodes. Or, le nouveau modèle de 15 cm. long expérimenté chez Krupp depuis le mois de décembre 1878, a une longueur d'âme de 3780^{mm} seulement; il tire un projectile de 51 kilo avec une charge de 15,5 kilo. La pression est de 2690 atmos. et la vitesse initiale de 509 m. Il en résulte que malgré le surcroît de charge et de pression, le projectile atteint seulement une force vive de 672 dynamodes. Aussi le rendement par kilogramme de charge n'est-il que de 43 mt tandis qu'il pourrait atteindre 60 mt. C'est-à-dire que *si on cherchait à utiliser le mieux possible la pression de 2700 atmosphères en proportionnant les dimensions de la bouche à feu à la charge de 15,5 kilo, ce calibre serait susceptible d'imprimer au projectile une force vive de 1000 dynamodes, soit une fois et demi aussi grande que celle qui a été obtenue avec le modèle en question.* Malgré l'augmentation du poids qui résulterait de l'accroissement de la longueur de la pièce, *l'utilisation du poids total de la bouche à feu atteindrait aussi son maximum, parce que cette augmentation de poids est minime en comparaison de l'accroissement de la puissance du canon.*

On peut du reste s'en convaincre aisément en comparant les rendements des poids des bouches à feu des deux modèles. Ainsi un canon long de 15 cm., organisé pour la charge de 15,5 kilo d'après les principes énoncés, aurait une longueur d'âme de 5,8 m. Son poids total comporterait environ 4700 kilo; ce qui donne pour une force vive totale de 1000 dynamodes, *un rendemenl par kilogramme du poids du canon de 213 kilogrammètres, rendement qui n'a encore été atteint par aucun canon de gros calibre.*

Par contre le modèle Krupp en question possède seulement un rendement de 160 kilogrammètres, par conséquent bien inférieur au précédent.

Le canon Krupp de 40 cm., a une longueur d'âme de 8710^{mm}. Il lance avec une vitesse de 502 m. un projectile de 777 kilo. La

charge pèse 205 kilo et produit une pression de 3020 atmosphères.

En conséquence la *force vive totale* dont est animé le projectile en sortant de l'âme comporte 9992 dynamodes. Le rendement par kilo de charge n'est donc que de 47 dynamodes, au lieu d'à peu près 65,0, qui est le maximum que peut atteindre ce calibre, *c'est-à-dire que cette bouche à feu fournit à peine les trois quarts de la puissance que ce calibre est susceptible d'atteindre si ses dimensions fussent bien proportionnées au poids de la charge.*

Ce résultat, peu favorable en lui-même au point de vue de l'utilisation du maximum d'effet que peut produire ce calibre, provient surtout de ce que l'expansion des gaz est insuffisante, et que la pression finale à la bouche est encore trop forte; c'est-à-dire que la bouche à feu est trop courte. Puis aussi de ce que le projectile est trop léger relativement à la vitesse acquise.

Pour tirer le meilleur parti de la pression indiquée, il conviendrait probablement de réduire la charge à 200 kilo, de porter le poids du projectile à 1000 kilo et d'allonger l'âme de 4,0 m. De cette façon le projectile plus lourd serait lancé avec la même vitesse de 502 m. et malgré l'augmentation du poids de bouche à feu, qui résulterait de son allongement, le rendement par kilogramme du poids du canon serait porté à environ 170 kilogrammètres, la force totale vive étant de 13,500 dynamodes, tandis que le modèle Krupp présente un rendement du poids de la bouche à feu de 139 kilogrammètres seulement.

Or *un canon possédant ces dimensions surpasserait de beaucoup tous ses compétiteurs, même ceux qui ont un calibre encore plus fort.* Ainsi le canon Armstrong de 45 cm., soit de 100 tonnes, imprime à son projectile une force vive d'au plus 12,770 dynamodes.

Cette supériorité s'accusera d'autant plus par l'effet de pénétration parce que, la section du projectile étant moindre, la force vive par centimètre carré de section et de circonférence sera d'autant plus grande et en second lieu parce que le projectile conservant mieux sa vitesse, cette supériorité s'accroîtra rapidement avec la distance.

Ces deux exemples suffisent pour démontrer combien il importe pour l'artillerie de côte et de marine de donner à chaque calibre des dimensions suffisantes afin d'en retirer tout l'effet dont ils sont susceptibles.

Après l'exposé qui précède, il y a lieu de compléter ces notes par une étude comparative des divers modèles de bouches à feu en usage où à l'étude. Pour simplifier, nous ferons usage de tableaux contenant pour chaque modèle le calibre, le poids du projectile et de la charge, la vitesse initiale, la longueur d'âme, la densité de chargement, l'expansion et le rendement de la charge obtenu, et comme terme de comparaison, le maximum du rendement que la charge peut atteindre quand la bouche à feu et le projectile sont proportionnés à la charge dans les conditions indiquées.

TABLEAU COMPARATIF DES BOUCHES A FEU

Calibre.	Date du modèle.	Projectile.	Charge.	Volume de chambre par kilo de poudre.	Longueur d'âme		Vitesses initiales.	Rendement en force vive par kilog. de charge.		Expansion.
					millimètres.	en calibres.		obtenu.	maximum.	
CANONS SUISSES										
		kilogr.	grammes.							
8,4 cm. en bronze.	1871	5.6	840	1.333	1860	22.1	385	50.4	56.0	6.4
8,4 cm. Krupp.	1878	6.23	1400	1.30	1908	22.7	445	45.5	56.0	4.65
10,5 cm. acier.	1866	7.8	1060	1.55	1920	18.3	370	51.4	58.4	6.28
10,5 cm. modifié.	1866	11.0	1600	1.45	1920	18.3	400	56.0	58.4	6.28
12 cm. en bronze.	1867	14.2	1060	—	1896	15.8	275	51.6	60.0	—
12 cm. Krupp d'étude.	1876	16.4	3200	1.21	2600	21.5	474	58.7	60.0	5.4
15 cm. obusier, Ier mod.	1876	2.8	1500	2.73	1842	12.3	240	54.2	62.0	—
15 cm. obusier, mod. modifié.	1878	2.8	2500	1.453	1842	12.3	320	60.0	62.0	4.9
15 cm. Krupp d'étude.	1876	31.3	6500	1.20	3200	21.0	482	57.1	62.0	4.8
CANONS FRANÇAIS										
79 mm. mod. d'étude.	1873	4.5	1040		2000	25 1/2	500	55.1	55.9	
80 mm. acier fretté.	1877	5.6	1500		2122	26.5	490	46.4	55.9	
90 mm. »	1877	8.0	1900		2100	23.3	455	44.5	56.8	
95 mm. »	1875	10.84	2100	1.24	2270	23.9	443	51.6	57.4	
120 mm. »	1879	17.8	4500		2880	24.0	480	46.4	60.0	
155 mm. »	1879	4.0	9000		3730	24.0	464	48.6	62.0	

Calibre.	Date du modèle.	Projectile.	Charge.	Volume de chambre par kilo de poudre.	Longueur d'âme		Vitesses initiales.	Rendement en force vive par kilog. de charge.		Expansion.
					millimètres.	en calibres.		obtenu.	maximum.	
CANONS AUTRICHIENS										
		kilogr.	grammes.							
7,5 cm. bronze acier.	1875	4.3	950				423	41.4	55.8	
8,7 cm. »	1875	6.4	1500				448	43.7	56.6	
12 cm. »	1878	16.7	4000				492	51.5	60.0	
15 cm. »	1878	38.8	8000				450	50.1	62.0	
CANONS ITALIENS										
7,5 cm. bronze Rosset.	1873	4.5	850				450	54.7	55.8	
8,7 cm. Krupp.	1876	6.8	1450				450	48.4	56.6	
CANONS ALLEMANDS										
7,8 cm. Krupp.	1873	5.1	1250		1885	24.0	465	45	55.8	
8,8 cm. »	1873	7.0	1500		1865	21.2	444	47	56.7	
12 cm. bronze acier.	1879	15.3	3000		2360	19.7	450	53	60.0	
15 cm. Krupp.	1873								62.0	

Calibre.	Date du modèle.	Projectile.	Charge.	Volume de chambre par kilo de poudre.	Longueur d'âme		Vitesses initiales.	Rendement en force vive par kilog. de charge.		Expansion.
					millimètres.	en calibres.		obtenu.	maximum.	
NOUVEAUX MODÈLES DE CANONS KRUPP										
		kilogr.	grammes.							
8,7 cm. de marine.	1879	10	3500	1.3	4085	47.0	557.5	45.3	56.6	4.26
9,6 cm. de campagne.	1879	12	2700	1.1	2260	23.5	452	46.4	57.3	4.27
10,5 cm. de position.	1879	16	4200	1.5	2574	24.5	456.6	40.5	58.4	3.1
15 cm. long.	1878	51	15500	1.17	3780	25.2	508.6	44.8	62.2	3.44
21 cm. obusier.	1876	91	7250	—	2032	9.7	300 ?	57.7 ?	64.0	3.1
24 cm. long.	1879	160	75000	1.2	5410	22.5	576.6	36.0	65.0	3.3
28 cm. obusier.	1879	216	19000	1.2	2525	9.0	311	61.5	65.0	3.3
35,5 cm. canon.	1877	525	115000	1.00	7740	21.8	502	58.5	65.0 ?	4.8
40 cm. »	1879	777	205000	1.16	8710	21.8	502	48.7	65.0 ?	4.0

La comparaison du rendement effectif obtenu avec le rendement utile maximum indiqué permet d'apprécier la valeur de chaque modèle. Si la différence est notable, c'est-à-dire *si le modèle considéré ne donne pas tout le rendement utile dont il est susceptible, la cause doit en être attribuée à une dimension de longueur d'âme défectueuse, à une quantité de poudre peu convenable, à une densité de chargement insuffisante, ou soit enfin à un défaut de proportion entre le poids du projectile et la vitesse acquise.*

A l'aide des données qui précèdent, on détermine aisément les modifications à apporter à chaque modèle considéré en vue du meilleur parti à retirer du degré de pression et de la charge reconnue comme admissible. Toutefois, si ces modifications entraînent une augmentation considérable du poids du projectile, il y a lieu de tenir compte de l'accroissement qui doit nécessairement en résulter si on conserve la même charge. Ce cas se rapporte surtout aux grands calibres qui supportent des pressions se rapprochant de la limite qui ne doit pas être dépassée. Pour les petits et pour les calibres moyens, les pressions en usage restent encore bien au-dessous de cette limite en raison du degré de résistance que présentent les nouveaux modes de fabrication, il reste à cet égard une assez grande latitude pour assurer aux bouches à feu des garanties de sécurité suffisante. L'accroissement de pression n'entre en considération qu'au point de vue de la fatigue supportée par l'affût et de l'amplitude du recul.

Dans la critique suivante des données fournies par le *tableau comparatif des bouches à feu*, nous nous bornerons, pour abréger, à considérer seulement les modèles des canons suisses et des canons Krupp, comme étant ceux sur lesquels nous possédons les données les plus complètes.

Modèles de canons suisses. Les canons dans lesquels la charge est la mieux utilisée sont le *modèle d'étude de 12 cm.* Krupp, l'*obusier rayé de 15 cm., IIe modèle*, et le *canon modifié de 10,5 cm.* Ils n'atteignent pas tout à fait le maximum de rendement, le premier en raison du poids insuffisant du projectile, les deux autres à cause de la faiblesse de la densité de chargement, la chambre étant un peu trop grande pour la charge en usage.

Les modèles qui laissent le plus à désirer sont le *canon de campagne de 8,4 cm., modèle Krupp*, l'*obusier de 15 cm., Ier modèle*, et le *canon fretté de 15 cm., modèle Krupp.* Les causes de ces défauts de rendement se déduisent aisément des considérations développées précédemment.

Ainsi, on reconnaît bientôt que le 8,4 cm. atteindrait la même vitesse initiale avec une charge de 1200 grammes seulement, mais de poudre bien appropriée à ce calibre, et une longueur d'âme de 24 calibres. Enfin le poids du projectile est un peu faible.

L'obusier de 15 cm. Ier modèle, malgré sa longueur d'âme, utilise mal l'effet de la charge. La cause réside dans les dimensions disproportionnées de la chambre dont le volume suffirait pour une charge de 3,5 kilos au lieu de 1,5 kilos.

Le IIe modèle de cette bouche à feu possède les mêmes dimensions extérieures, mais l'organisation de l'âme et le tracé des projectiles ont été modifiés. Aussi la charge donne-t-elle presque tout l'effet dont elle est susceptible.

Le canon de 15 cm. système Krupp, lance un projectile trop léger, ainsi qu'il a déjà été dit plus haut en parlant de ce calibre.

L'ancien canon de 8,4 cm. en bronze, ne peut pas supporter de plus forte charge sans qu'il ne se produise des agrandissements permanents des diamètres de l'âme. Cependant. grâce aux perfectionnements apportés au profil de l'emplombage des projectiles, la justesse du tir de cette bouche à feu a été considérablement augmentée.

Toutefois il est regrettable que lors de la fabrication de ces pièces la Suisse n'ait pas mis à profit les perfectionnements apportés au traitement du bronze, par la méthode du coulage en coquille introduite à la même époque par le général Rosset à la fonderie de Turin.

Grâce à ces perfectionnements la Suisse eût été en mesure, ainsi que ce fut le cas en Italie pour les canons en bronze de 7,5 cm., de renforcer la charge. De cette façon, ce système de bouche à feu eût conservé toute sa valeur et serait resté à la hauteur des nouveaux modèles qui ont surgi depuis sa création.

Anciens canons en acier de 10,5 cm. modifiés, pour artillerie de position. La charge de 1600 grammes est bien proportionnée aux dimensions de la pièce puisque le rendement atteint presque son maximum. Mais il est probable que la poudre employée donne des pressions beaucoup plus élevées que celles indiquées dans le tableau.

Les canons de 12 cm. en bronze, peuvent supporter une charge analogue à celle du 10,5 cm. modifié, a la condition de substituer à la fermeture actuelle à double coin, la fermeture à coin unique système Broadwell.

Cet accroissement de charge aurait surtout en vue l'augmentation de la portée du *tir à shrapnel*. Quant au *tir à obus*, les perfectionnements apportés à l'emplombage des projectiles ayant procuré à ce tir une justesse remarquable, même supérieure à celle des nouveaux canons en acier fretté et telle, qu'à la distance de 3500 m., ces bouches à feu peuvent être très utiles pour le *le tir à démonter*, il y tout intérêt à conserver la charge d'ordonnance.

Nouveaux modèles de canons Krupp. Sauf le *canon de 35,5 cm. et les obusiers de 21 cm. et de 28 cm.*, tous les autres modèles s'écartent considérablement du maximum de rendement qu'ils pourraient atteindre, quoi *qu'en général les poudres employées soient bien appropriées aux bouches à feu. La cause réside surtout dans l'insuffisance de l'expansion et de la longueur d'âme*, ainsi que nous l'avons déjà démontré au sujet des calibres de 10,5 cm., de 15 cm. long et de 40 cm. *C'est à plus forte raison le cas pour le canon de 24 cm. long qui n'atteint que la moitié de sa puissance.*

Le canon de 40 cm. a bien reçu la même longueur d'âme en calibres que le canon de 35,5 cm. ; mais cette identité de longuer n'implique pas celle de l'expansion. En effet pour le premier calibre cette expansion est seulement de 4,0 tandis que pour le se-

cond elle comporte 4,8. Or pour l'un et l'autre l'expansion normale serait environ de 5,2.

Les obusiers de 21 cm. et de 28 cm. atteindraient aisément leur maximum de puissance avec l'expansion de 4,8.

Quant à l'organisation intérieure de l'âme et au mode de forcement des projectiles de ce système de bouche à feu, on retrouve toutes les dispositions qui caractérisent les progrès de l'artillerie rayée dans la dernière période de son développement, dispositions qui sont dues en majeure partie aux études de l'artillerie de marine française et du comité d'artillerie de ce pays. En effet, *le mode de forcement des projectiles à l'aide de ceintures de cuivre, l'usage d'une seule ceinture de forcement, l'adoption des rayures multiples à pas progressifs, l'emploi du frettage des bouches à feu sont autant de traits caractéristiques que présentaient déjà la plupart des modèles de canons établis en France dès 1870 à 1874*, pour les études qui précédèrent la création du nouveau matériel d'artillerie. Or les premiers canons Krupp et des autres pays qui présentent ces dispositions sont tous d'une date plus récente.

Il n'est que juste de reconnaître combien les savantes études de l'artillerie de marine française ont, dès le début, largement contribué au développement de l'artillerte rayée.

Quoi qu'il en soit, *les canons Krupp* présentent aussi sous tous les autres rapports des propriétés remarquables, tant au *point de vue de la fabrication des bouches à feu, de la justesse du tir, de la bonne qualité des poudres et des projectiles que de la construction des affûts.*

Les considérations qui précèdent ont donc seulement pour but, de faire ressortir le fait *que les principes qui régissent les dimensions les plus convenables à donner aux divers systèmes de bouches à feu, ne sont pas encore suffisamment définis. Que le développement de la puissance de l'artillerie rayée n'est pas encore arrivé à son terme et qu'on peut s'attendre, dans un avenir prochain, à voir surgir de nouveaux modèles de canons encore plus puissants que ceux que présente l'artillerie actuelle.*

La *Revue militaire suisse* paraît deux fois par mois, à Lausanne. Elle publie en supplément, une fois par mois, une *Revue des armes spéciales*. Prix : pour la Suisse, 7 fr. 50 par an. Pour les pays de l'Union postale, 10 fr. par an ; pour les autres pays, 15 francs.

Pour tout ce qui concerne l'Administration et la Rédaction, s'adresser au Comité de Direction de la *Revue militaire Suisse*, à Lausanne (composé de MM. *Lecomte*, colonel-divisionnaire ; *Guiguer de Prangins*, capitaine-adjudant d'artillerie ; *Ruchet*, lieutenant-adjudant d'infanterie ; *Ad. Borgeaud*, fourrier d'artillerie, *gérant.*)

LAUSANNE. — IMPRIMERIE A. BORGEAUD. — CITÉ-DERIRÈRE, 26.