

Zeitschrift: Revue Militaire Suisse
Herausgeber: Association de la Revue Militaire Suisse
Band: 38 (1893)
Heft: 12

Artikel: La balle tubulaire (ou creuse) Hebler-Krnka
Autor: Despland
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-337096>

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: 05.03.2026

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

signaler dans de nombreuses et importantes occasions, afin de justifier la confiance que nos autorités militaires ont montrée en le créant.

J'espère que notre état-major ainsi que nos chefs de troupes chercheront à étendre le champ d'action du vélocipède, (jusqu'ici limité au service d'estafettes) par des expériences pratiques dans les divers services qui peuvent avoir besoin de son concours.

Je rappelle à tous les cyclistes que la pratique du vélocipède, qui constitue pour eux une récréation en temps ordinaire, deviendra au service militaire une tâche rude, quelquefois pénible et à laquelle ils devront vouer toute leur force et leur intelligence, afin de contribuer d'une manière puissante à l'avancement de la vélocipédie militaire dans notre armée.¹



La balle tubulaire (ou creuse) Hebler-Krnka.

On sait qu'un intérêt scientifique de plus en plus vif s'attache à tout ce qui concerne l'armement nouveau de l'infanterie dans les diverses armées du monde civilisé. Cela nous engage à faire connaître à nos lecteurs la substance principale des vues émises par M. le professeur Hebler sur la double question de la réduction du calibre et du perfectionnement de la munition, bien que cette question, en ce qui concerne le calibre, soit définitivement et parfaitement résolue par notre récent modèle de fusil.

Outre ses deux volumes connus, cet éminent technicien a publié dans les Nos 32, 36 et 42 de 1892 de l'*Allg. Schw. Milit. Zeitung* des articles traitant des meilleures formes de la balle (à base plate et pointe ogivale, ou balle ogivale aux deux bouts avec un disque conducteur à la base) et de la portée des fusils, et l'on a pu lire dans notre dernier numéro un autre article de M. le professeur Hebler sur le fusil-miniature Krnka, qui, tout en ayant quelque allure de réclame industrielle, ne manquait pas de mérite technique.

¹ Mémoire de M. le lieutenant *Despland*, primé au concours.

(Réd.)

Aujourd'hui, nous donnerons la traduction de deux autres articles, parus dans les N^{os} 27 et 33 du journal susmentionné, avec les réserves finales de sa rédaction auxquelles nous nous rangeons complètement :

Dès 1874, dit M. le professeur Hebler¹, j'ai fait construire, outre les projectiles décrits dans les N^{os} 32 et 36, une balle percée par un canal axial cylindrique, destiné à laisser passer la colonne d'air qui se trouve devant le projectile. De cette façon, la résistance de l'air est diminuée de beaucoup ; l'air qui passe au travers du projectile tend à rendre plus dense l'air qui se trouve en arrière et par conséquent à diminuer le vide qui se produit à ce point.

Il est facile de comprendre qu'un projectile de ce genre rencontrera une résistance bien moindre qu'un projectile plein de même profil et de mêmes dimensions.

Mes essais de 1874 furent sans résultats, car mes balles, étant de plomb doux et sans enveloppe, se déformaient dans le canon sous l'influence de la pression des gaz.

Aujourd'hui, il n'en est plus de même ; le projectile est enveloppé d'un manteau d'acier ou de nickel et le canal central peut être revêtu dans toute sa longueur par un tube d'acier ou d'autre métal, de façon à exclure la possibilité d'un écrasement du projectile par la pression des gaz.

L'enveloppe peut être sans bordure aux deux bouts et peut aussi ne faire qu'une pièce avec le tube d'acier garnissant le canal.

Indépendamment de mes recherches, le technicien Krnka a conçu, après lecture de mes articles, l'idée de confectionner une balle creuse et m'a consulté à ce sujet.

Cette nouvelle invention appartient donc en commun à M. Krnka et à moi et représente le dernier progrès possible dans la forme des balles.

Nous sommes tous deux d'avis que la fabrication de ces balles ainsi que du disque conducteur ne présentera aucune difficulté sérieuse. La fabrique de cartouches Roth, à Vienne, saura sans doute mener à bonne fin la confection en gros de ces projectiles. Cette fabrique, qui aujourd'hui occupe le premier rang, a déjà confectionné d'une façon excellente mes balles des N^{os} 32 et 36.

¹ Traduit de l'*Allg. Schw. Militärzeitung*, N^o 27, soit du 8 juillet de 1893.

Dans l'état actuel de la science technique, il est hors de doute que la fabrication de balles tubulaires et de disques, tels que ceux que je vais décrire, serait aussi praticable.

Il est évident qu'il peut y avoir deux sortes de projectiles creux : ceux à base plate et pointe ogivale, et ceux à deux extrémités ogivales. On peut encore varier la forme en écrasant plus ou moins, à l'arrière, le canal à air.

De toutes ces formes, la plus favorable au point de vue de la résistance de l'air, est celle à deux ogives, avec un canal légèrement évasé à l'arrière, de sorte que la pointe postérieure n'ait pas besoin d'être réduite au diamètre du canal à air.

Ce sera donc à l'avenir ce modèle que nous appellerons : « balle tubulaire Krnka-Hebler. »

Cette forme est aussi la meilleure pour la séparation de la balle d'avec le disque conducteur. Ce dernier entoure la base de la balle et porte un tube qui pénètre dans la partie évasée du canal central. De cette façon, le projectile est centré et le tube, étant de forme conique, se sépare facilement de la balle aussitôt que celle-ci quitte le canon. Le disque conducteur tombe donc à quelques pas de la bouche et peut être employé à nouveau comme la douille. Le disque est plat à l'arrière ou bien pourvu d'une cavité en entonnoir au milieu.

Pour ce qui concerne le diamètre du canal à air, il va sans dire qu'un canal trop étroit est de peu d'utilité, parce qu'il ne diminue pas assez la résistance de l'air, tandis qu'un canal trop large a d'autres désavantages. Il faudra donc établir par expérience le diamètre du canal qui, à mon avis, devrait être environ les $\frac{2}{5}$ du calibre.

Instruits par l'expérience, nous avons eu soin, M. Krnka et moi, de faire patenter notre invention.

J'ai donc préparé cette balle creuse-tubulaire pour le fusil allemand de 7.9^{mm}, modèle 1888, aussi bien que pour ma cartouche de 5^{mm}. et j'ai calculé avec le plus grand soin la résistance de l'air dans les deux cas à des vitesses de 100, 200, 300 et 1000 mètres par seconde. J'ai trouvé que pour ces projectiles et à ces vitesses la résistance est à peu près en proportion du carré de la vitesse.

J'ai ensuite calculé les tables de tir, d'abord pour la balle de plomb durci (balle lourde) puis pour la balle de zinc ou

de zinc et étain (balle légère). Il s'agissait de déterminer si, étant donné le peu de résistance de l'air, il valait mieux employer la balle légère ou la balle lourde.

Les résultats obtenus font voir que la balle devrait être faite de métal aussi léger que possible.

Dans le tableau ci-dessous, je me suis servi des abréviations suivantes :

v. Vitesse en mètres par seconde.

a. Angle de tir en ‰ .

B_{1.7} Zone dangereuse pour un objet haut de 1.7 mètre.

B_{1.8} Zone dangereuse pour un objet haut de 1.8 m.

B. max. (1.7) Maximum de la zone dangereuse pour un objet haut de 1.7 m.

B. max. (1.8) Maximum de la zone dangereuse pour un objet haut de 1.8 m.

D. Pénétration dans le bois de sapin sec, en cm.

s. Déviation du but, causée par un vent latéral de 5 m. par seconde.

La coupe des rayures, le pas de l'hélice, la longueur de la balle et de la cartouche et le diamètre de celle-ci restent les mêmes pour le même calibre, quelle que soit la balle.

Voici les résultats :

*Cartouche allemande, modèle 88, avec balle lourde
Krnka-Hebler.*

(Même charge que pour la cartouche normale.)

Longueur de la balle, 32.0^{mm}.

Longueur de la pointe ogivale, 18^{mm} (diamètre 8.0 à 3.2^{mm}).

Diamètre du canal cylindrique 3.2^{mm}, s'écrasant jusqu'à 5.6^{mm} à l'arrière.

Longueur de l'ogive supérieure, 12^{mm} (diamètre 8.0 à 5.6^{mm}).

Longueur de la partie centrale, 2.0^{mm} (diamètre 8.22^{mm}).

Poids de la balle, 10.8 gr. (balle normale 14.5 gr.).

Poids du disque conducteur : environ 0.3 gr.

Métal : plomb durci (balle lourde).

La balle est recouverte d'une enveloppe d'acier qui peut être sans rebords à l'avant et à l'arrière, de façon à donner aux extrémités du projectile une arête aussi aiguë que possible. (Plus l'arête est aiguë, surtout à la pointe, plus la résistance de l'air diminue.)

Le canal à air peut renfermer dans toute sa longueur un tube d'acier, de façon à empêcher la déformation de la balle dans le canon.

Charge, 2.75 gr. de poudre sans fumée en feuillets (comme précédemment, sauf que les feuillets devraient être un peu plus petits pour que la combustion soit complète). Vitesse initiale, 720 m. (pour la balle normale 640 m.)

Poids de l'arme, 3.8 kg.

Recul, 1.20 kgm. (au lieu de 1.54).

Longueur de la douille, 64.5^{mm}; poids, 10.6 gr.; la partie cylindrique dans laquelle s'engage la balle est quelque peu allongée.

Longueur de la cartouche, 82.5^{mm} comme auparavant.

Poids de la cartouche, 24.45 gr. (au lieu de 27.5). 164 cartouches (au lieu de 145) font 4 kilogrammes.

Pression sur la coupe en travers du projectile, 0.220 (au lieu de 0.296).

Pression sur la longueur du projectile, 0.0482 (au lieu de 0.0607).

Mérites comparatifs de l'arme et de la munition 1873 (au lieu de 474).

Pression maximum, 2200 atmosphères (au lieu de 3300).

B. max. (1.7) = 735 m. (au lieu de 438).

B. max. (1.8) = 760 m. (au lieu de 450).

Les résultats balistiques sont les suivants :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	720	0	—	—	105	0
500	660	4.6	—	—	99	0.22
1000	606	9.3	182	192	89	0.95
1500	556	14.1	116	123	76	2.35
2000	510	19.1	81	86	64	4.57
2500	468	24.5	60	64	54	7.82

La portée efficace est de 4402 m.; durée 9.16 sec., vitesse au but 337 m., pénétration au but 27,8 cm.; angle de tir 2° 56' = 51 ‰. La portée totale est de 8101 m. ($\alpha = 30^\circ$); la portée verticale = 2700 m.

*Cartouche allemande, modèle 1888, à balle légère
Hebler-Krnka.*

(Même charge que pour la cartouche normale.)

Les dimensions de la douille et de la balle restent les

mêmes. Les chiffres entre parenthèses se rapportent à la balle normale.

Poids de la balle, 7.8 gr. (14.5), disque conducteur, environ 0.3 gr.

Métal : zinc ou zinc et étain; enveloppe et tube comme pour la balle lourde.

Charge, 275 gr. en feuillets plus petits pour que la combustion soit achevée avant que la balle quitte le canon.

Vitesse initiale, 810 m. (640).

Poids de l'arme, 3.8 kg.

Recul, 0,90 kgm. (1.54).

Poids de la douille, 10.6 gr. (10.1).

Longueur de la cartouche, 82.5^{mm}.

Poids de la cartouche, 21.45 gr. (27.5). 186 cartouches (145) font 4 kilos.

Pression sur la coupe de la balle, 0.159 (0.296).

« » longueur de la balle, 0.0348 (0.0607).

Mérites de l'arme et de la munition, 2240 (474).

Pression maximale, 1450 atmosphères (3300).

B. max. (1.7) = 796 (438).

B. max. (1.8) = 818 (450).

Les résultats balistiques sont :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	810	0	—	—	78	0
500	719	3.8	—	—	76	0.25
1000	638	7.8	206	218	69	1.12
1500	566	12.1	125	132	57	2.85
2000	502	16.9	84	89	45	5.76
2500	446	22.3	59	62	35	10.2

La portée efficace est de 4426 m.; durée 9.71 sec.; vitesse 281 m.; pénétration, 14.0 cm.; angle de tir, 3° 2' = 58 ‰. La portée extrême est de 7522 m. ($\alpha = 30^\circ$); la portée verticale est de 2507 m.

Cartouche Hebler de 5^{mm}, modèle 91-92, à balle tubulaire lourde; douille remplie aux $\frac{9}{10}$ comme pour la cartouche normale.

Longueur de la balle, 30.0^{mm}.

Longueur de la pointe ogivale, 17^{mm} (diamètre 5.1 à 2.0^{mm}).

Diamètre du canal à air, 2.0^{mm}, élargi à 3,6^{mm} à l'arrière.

Longueur de la base ogivale, 11^{mm} (diamètre 5.1 à 3.6).

Longueur de la pièce annulaire centrale, 2^{mm} (diamètre 5.3).

Poids de la balle, 4.3 gr. (5.8); disque conducteur, environ 0.12 gr.

Métal : plomb durci avec enveloppe d'acier et au besoin tube d'acier dans le canal à air.

Charge, 1,5 gr. de poudre sans fumée Köln-Rottweil (la meilleure pour armes de guerre et de chasse, absolument sans fumée ni résidu). Diamètre pour combustion complète, 0.72^{mm}.

Vitesse initiale, 904 m. (797).

Poids de l'arme, 4.0 kg.

Recul, 0.72 kgm. (0.80).

Longueur de la douille, 55^{mm}, poids de la douille, 7.4 gr. La partie cylindrique où s'engage la balle est quelque peu allongée.

Longueur de la cartouche, 720^{mm}; poids de la cartouche, 13.3 gr. (14.5). 301 cartouches (276) font 4 kilogrammes.

Pression sur la coupe de la balle, 0.219 (0.295).

» » longueur de la balle, 0.0318 (0.039).

Mérites de l'arme et de la munition : 5213 (1429).

Pression maximale, 2460 atmosphères (3633).

B. max. (1.7) = 937 m. (516).

B. max. (1.8) = 968 m. (526).

Les résultats balistiques sont les suivants :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	904	0	—	—	101	0
500	844	2.9	—	—	105	0.21
1000	788	5.7	302	320	106	0.88
1500	736	8.6	200	212	104	2.13
2000	688	11.4	146	155	101	4.07
2500	642	14.4	111	117	94	6.84

Portée efficace, 5400 m.; durée 8.84 sec.; vitesse, 432 m.; pénétration, 44,9 cm.; angle de tir, 2° 5' = 36 ‰. La portée totale est de 10001 m. ($\alpha = 30^\circ$); la portée verticale est de 3333 m.

Cartouche Hebler, modèle 91-92, à balle tubulaire légère, douille remplie aux $\frac{9}{10}$.

Les dimensions de la douille et de la balle sont les mêmes que pour la balle lourde.

Poids de la balle, 3.1 gr. (5.8); disque conducteur, environ 0.12 gr.

Métal : zinc ou zinc et étain. Enveloppe et tube comme pour la balle lourde.

Charge, 1.5 gr. de poudre sans fumée Köln-Rottweil; diamètre pour combustion complète, 0,53^{mm}.

Vitesse initiale, 1018 m. (797).

Poids de l'arme, 4 kg.

Recul 0.62 kgm. (0.80).

Poids de la douille, 7.4 gr. (7.2).

Longueur de la cartouche 72,0^{mm} (72.0).

Poids de la cartouche, 12.1 gr. (14.5). 331 cartouches (276) font 4 kilogrammes.

Pression sur la coupe de la balle, 0.158 (0.295).

» » longueur de la balle, 0,0229 (0,0391).

Mérites de l'arme et de la munition, 5652 (1429).

Pression maximale, 1586 atmosphères (3633).

B. max. (1.7) = 1018 m. (516).

B. max. (1.8) = 1046 m. (526).

Les résultats balistiques sont les suivants :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	1018	0	—	—	67	0
500	925	2.4	—	—	72	0.23
1000	842	4.8	340	360	75	1.02
1500	765	7.4	213	226	76	2.54
2000	696	10.1	149	158	73	4.99
2500	633	13.1	109	115	67	8.63

La portée efficace est de 5447 m.; durée, 9.38 sec.; vitesse, 362 m.; pénétration, 22.8 cm.; angle de tir, 2° 16' = 39⁰/₁₀₀. La portée extrême est de 9309 m. ($\alpha = 30^\circ$). La portée verticale est de 3103 m.

Cartouche Hebler de 5^{mm}, modèle 91-92, à balle tubulaire légère; douille pleine.

Les dimensions de la douille et de la balle restent les mêmes.

Poids de la balle 3.1 gr. (5.8); disque conducteur, environ 0.12 gr.

Métal : zinc ou zinc et étain. Enveloppe et tube comme ci-dessus.

Charge 1,64 gr. de poudre sans fumée Köln-Rottweil (1.5).

Diamètre pour combustion complète, 0,59^{mm}.

Vitesse initiale 1081 m. (797).

Poids de l'arme, 4 kg.

Recul 0.69 kgm. (0.80).

Poids de la douille, 7.4 gr. (7.2).

Longueur de la cartouche, 72.0^{mm} (72.0).

Poids de la cartouche, 12,3 gr. (14.5). 326 cartouches (276) font 4 kilogrammes.

Pression sur la coupe de la balle, 0,158 (0,295).

» » longueur de la balle, 0.0229 (0.0397).

Mérites de l'arme et de la munition, 5842 (1429).

Pression maximale, 2242 atmosphères (3633).

B. max. (1.7) = 1058 m. (516).

B. max. (1.8) = 1087 m. (526).

Les résultats balistiques sont les suivants :

Distances.	v.	α .	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	1081	0	—	—	63	0
500	983	2. '	—	—	69	0.21
1000	894	4.3	379	401	74	0.91
1500	813	6.6	236	250	76	2.25
2000	740	9.1	165	175	75	4.42
2500	673	11.8	121	128	71	7.65

La portée efficace est de 5760 m.; durée, 9.67 sec.; vitesse, 362 m.; pénétration, 22.8 cm.; angle de tir, 2° 15' = 39 ‰. La portée totale est de 9708 m. ($\alpha = 30^\circ$). La portée verticale est de 3236 m.

Afin de pouvoir mieux comparer les effets de la balle creuse Krnka-Hebler avec ceux des armes d'hier et d'aujourd'hui, nous consacrons quelques lignes aux fusils allemands, modèles 1871 et 1889.

Fusil allemand de 11^{mm}, modèle 1871 (balle de plomb à enveloppe de papier).

Longueur de la balle, 27.5^{mm}, poids, 25 gr.; charge, 5.0 gr. de poudre noire; vitesse initiale, 440 m.; poids de l'arme, 4.5 kg.; recul, 1.58 kgm.; poids de la douille, 12.2 gr.; longueur de la cartouche, 78^{mm}; poids de la cartouche, 42.8 gr. (93 font 4 kg.), pression sur la coupe en travers de la balle 0.263, pression sur la longueur de la balle 0.0926.

Mérites de l'arme et de la munition, 100.

Pression maximale, 1600 atmosphères.

B. max. (1.7) = 334 m.; B. max. (1.8) = 339 m.

Les résultats balistiques sont les suivants :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	440	0	—	—	24	0
500	255	21.7	6.1	64	20	0.52
1000	180	58.3	1.9	20	11	3.32
1500	138	114	8.6	9.1	6.0	10.9
1600	132	128	7.5	8.0	5.5	13.3

La portée efficace est de 1601 m., durée, 7.86 sec., vitesse, 132 m., pénétration, 5.5 cm., angle de tir, 7° 18' = 128 ‰. La portée totale est de 2951 m. ($\alpha = 30^\circ$); la portée verticale est de 984 m.

Fusil allemand de 7,9^{mm}, modèle 1888 (balle de plomb durci à enveloppe d'acier).

Longueur de la balle, 32.0^{mm}; poids, 14.5 gr.; charge, 2.75 gr. de poudre sans fumée en feuillets; vitesse initiale, 640 m.; poids de l'arme, 3.8 kg.; recul, 1.58 kg.; poids de la douille, 10.1 gr.; longueur de la cartouche, 82.5^{mm}; poids, 27.5 gr. (145 font 4 kg.). Pression sur la coupe de la balle, 0.296; pression de longueur, 0.0607.

Mérites de l'arme et de la munition 474; pression maximum, 3300 atmosphères.

B. max. (1.7) = 438 m.; B. max. (1.8) = 450 m.

Les résultats balistiques sont les suivants :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	640	0	—	—	135	0
500	362	11.2	115	122	43	0.38
1000	253	28.6	40	42	21	2.51
1500	194	54.3	19	20	12	8.37
2000	157	89.3	10.7	11.3	8.2	20.7
2500	132	134	6.9	7.3	5.8	42.8

La portée efficace est de 2127 m.; durée, 8.74 sec.; vitesse, 150 m.; pénétration, 7.4 cm.; angle de tir, 5° 55' = 104 ‰. La portée totale est de 3816 m. ($\alpha = 30^\circ$); la portée verticale est de 1272 m.

Les chiffres ci-dessus montrent clairement la grande supériorité de la balle creuse Krnka-Hebler. L'abandon de la balle pleine pour la balle creuse sera un événement d'importance au moins égale à l'abandon de la balle ordi-

naire pour celle à pointe ogivale, ou de celle-ci pour celle à deux pointes ogivales.

Le lecteur sera peut-être désireux de savoir en quelles proportions la résistance de l'air varie pour les quatre principales formes de balle : balle ordinaire, à pointe ogivale et base plate, à pointe et base ogivale et balle creuse.

Représentons par 1000 la résistance de l'air pour la balle ordinaire et nous avons pour les quatre formes :

Fusil allemand :	1000	541	216	89
Fusil de 5 ^{mm} (v = 750)	1000	463	185	66

Chaque perfectionnement diminue donc au moins de moitié la résistance de l'air ; soit de moitié pour le premier changement et de quatre cinquièmes pour le second, tandis qu'après le troisième, la résistance n'est plus que de $\frac{1}{11}$ à $\frac{1}{15}$ de celle correspondant à la balle normale.

L'introduction de la balle creuse dans les armes de petit calibre ne nécessite aucun changement, sauf dans la feuille de hausse et une petite excavation dans le transporteur pour la partie cylindrique allongée de la douille qui contient la balle et le disque conducteur. Ces changements peuvent se faire en très peu de temps et à très bas prix.

Il s'agira en premier lieu d'introduire le projectile creux dans les armes de 7,5-8,0 en usage aujourd'hui ; après quoi, on abordera la question de la diminution du calibre (5^{mm}) employant la balle creuse.

Malgré la diminution de pression résultant de l'emploi de la balle tubulaire, l'introduction du système Krnka à quatre ailettes ou tenons pour les calibres de 8 à 5^{mm} reste indispensable pour prévenir, à la longue, les arrêts d'obturation, qui, vu le grand nombre de coups que ces armes ont à tirer, risquent de se produire sans que la pression soit considérable.

Même en n'employant que des matériaux de choix, il y a toujours danger, si on n'a que deux ailettes d'obturation, que ces arrêts se produisent aussi à des pressions moyennes, lorsqu'on tire un certain nombre de coups. Même pour les armes fabriquées avec le plus grand soin, par Løwe et Mauser, par exemple, ce n'est qu'avec quatre tenons qu'on a la certitude de l'obturation parfaite.

Pour les fusils d'autres fabriques, la nécessité de l'introduction du système Krnka à quatre tenons est encore plus

grande, car les matériaux sont moins bons et le travail moins soigné.

De ce qui précède, il est évident que la balle légère et la balle lourde ont chacune ses avantages et désavantages, qu'il faudra balancer avec soin lorsqu'il s'agira de l'adoption d'une balle creuse.

Le projectile léger a le désavantage d'avoir à toutes les distances une pénétration moindre ; d'autre part, la trajectoire est plus rasante et cela surtout aux distances courtes et moyennes. La déviation au but, due au vent latéral, est à peu près la même dans les deux cas. La balle légère permet, en allégeant la cartouche, d'en faire porter au soldat un plus grand nombre ; en outre, le recul et la pression des gaz sont moins forts. L'adoption de la balle lourde ou de la balle légère dépendra donc du plus ou moins d'importance que l'on attachera à chacune de ces considérations.

Il ne faut pas non plus oublier qu'une trop grande élévation de la hausse rend le tir incommode. Pour le fusil modèle 1871, l'angle de tir pour 1600 m. était de 128 ‰, rendant ainsi le tir fort incertain. Pour le fusil modèle 1888, cet angle pour 2000 m. est de 89 ‰, ce qui est encore trop élevé. Le même fusil, avec la balle tubulaire, ne demande, pour une portée de 2000 m., qu'un angle de 17 à 19 ‰ permettant de tirer sans inconvénient.

Le fusil de 5^{mm} à balle tubulaire porte à 2000 m. avec un angle de 9 à 11 ‰, et à 5000 m. avec un angle de moins de 40 ‰, permettant de tirer sans difficulté si la hausse était graduée pour cette distance. C'est certes là un des grands avantages de cette balle.

Après le poids de la munition, le facteur le plus important est la rasance de la trajectoire, et là aussi la balle tubulaire produit un fort gain. A 1000 m., le fusil modèle 1871 tirant sur un objet haut de 1,8 m., couvre 20 m. ; le fusil modèle 1888 couvre 42 m., soit plus du double ; la même arme avec la balle creuse légère couvre 218 m., soit onze fois plus que l'ancien fusil ; le fusil de 5^{mm} avec balle creuse légère couvre 400 m., soit vingt fois autant que le fusil de 1871.

Nous voyons donc que l'adoption de la balle creuse pour les fusils actuels quintuple l'espace dangereux aux distan-

ces moyennes et le décuple si on adopte en outre le fusil de 5^{mm}.

En outre, l'adoption de la balle creuse augmente de beaucoup la pénétration aux distances moyennes et surtout aux grandes distances ; la déviation au but, le recul et la pression des gaz sont diminués¹, la zone dangereuse est augmentée et la légèreté de la balle permet de faire porter aux soldats un plus grand nombre de cartouches. Tous ces avantages ont une grande importance que les hommes compétents sauront reconnaître.

Ajoutons encore que l'emploi du calibre de 5^{mm} et de la balle creuse permettra de porter le pas de l'hélice de 14 à 16 ou 18 ou peut-être même 20 cm., à cause de la grande vitesse initiale et du peu de temps que le projectile reste dans l'air.

Cela serait aussi fort avantageux, soit pour la fabrication et le nettoyage du canon, soit aussi pour mieux diriger la balle dans les rayures et lui faire faire un moins grand nombre de tours.

Les résultats d'ensemble, soit les *Mérites comparatifs* (Güte) des armes actuelles seraient quintuplés par l'adoption de la balle tubulaire et plus que décuplés par l'emploi de cette balle dans un fusil de 5^{mm}. (Comparée à celle du fusil de 1871, les *Mérites* seraient multipliés par 22 et 58 dans ces deux cas.)

Tout gouvernement est donc à même, par l'adoption de ces inventions, de quintupler ou décupler l'excellence de son armement portatif. Quel progrès colossal !

A mon avis, la balle tubulaire Krnka-Hebler représente le dernier progrès encore possible pour le perfectionnement des armes à feu portatives, spécialement de la forme de la balle.

L'adoption générale de cette balle pour les armes de petit calibre n'est qu'une question de temps et ne se fera pas longtemps attendre.

Avant la fin de ce siècle, nous verrons probablement l'adoption générale du petit calibre (5^{mm}) et de la balle Krnka-Hebler. Les armes à feu portatives auront alors

¹ Par ces motifs, l'adoption de la balle de 5^{mm} serait sans doute sans bordure dans tous les Etats.

atteint le plus haut degré de perfection possible avec un calibre de 5^{mm} et une balle à enveloppe. HEBLER.

La balle tubulaire (ou creuse) d'acier ¹.

Avant d'entrer en matière, je suppose que mes lecteurs ont connaissance de mes articles précédents, notamment celui du N° 27 de l'*Allg. Schweiz Militärzeitung*, et de mon travail sur la portée des armes à feu.

Je veux faire voir ici que, bien que la *forme* de balle inventée par M. Krnka et moi soit la meilleure possible, de meilleurs résultats peuvent être obtenus par l'emploi d'un métal plus dur et qui ne se déforme pas. De cette façon, la pénétration est augmentée surtout aux distances moyennes et courtes, et l'excellence de l'armement devient par conséquent plus grande.

Il s'agit donc de fabriquer une balle tubulaire de cuivre, de laiton, de fer ou d'acier, au lieu d'une balle à enveloppe. Ces deux derniers métaux devront avoir un anneau conducteur d'un métal moins dur (soit cuivre ou laiton) afin de pouvoir prendre les rayures.

De tous ces métaux, l'acier est évidemment le préférable ; il est de beaucoup meilleur marché que le cuivre et le laiton, ne se déforme pas du tout et peut être durci à volonté.

Nous adopterons donc une balle d'acier avec anneau de cuivre ou laiton solidement attaché à la balle. Une balle de ce genre coûtera peut-être plus que celle d'aujourd'hui, mais ce désavantage sera plus que contrebalancé par sa plus grande efficacité.

Admettant qu'on adopte la balle creuse dite tubulaire, il y aura donc à choisir entre les trois types : balle lourde, balle légère, toutes deux avec enveloppe, et balle d'acier. le poids de cette dernière ne dépasse que de très peu celui de la balle légère.

J'ai déjà fait voir qu'une balle ne se comprimant pas et de forme normale est impraticable pour les armes de petit calibre. Je me dispense donc de renouveler maintenant cette discussion.

Ici, le cas est différent : nous n'avons plus une balle normale, mais une balle ogivale aux deux extrémités,

¹ Traduit de l'*Allg. Schw. Militärzeitung*, N° 33, soit du 19 août 1893.

munie d'un disque conducteur à la partie postérieure, lequel, par suite de son expansibilité, peut remplir tout le canon et donner au projectile le mouvement rotatoire, bien que l'anneau, en parcourant le canon, soit resté ferme dans les champs des rayures.

Par cette construction, le projectile, tout en restant non malléable, reçoit une direction sûre et la rotation dans le canon.

L'anneau conducteur a, à sa partie inférieure, 2^{mm} d'épaisseur, mais il s'amincit notablement par l'extérieur, de manière à diminuer le frottement. Pas n'est besoin qu'il ait un plus fort calibre que le plus grand du canon. Nous voyons donc que, grâce à ce type de balle, on peut faire usage d'un métal non malléable, même pour le canon élargi.

Le diamètre maximum de la balle, sans compter l'anneau, ne doit évidemment pas dépasser le diamètre normal du canon, et l'anneau doit avoir un diamètre au moins égal à celui du canon le plus élargi.

Nous sommes donc à même d'employer pour nos fusils une balle de métal non malléable, soit une balle d'acier.

Une balle de ce genre pénétrera à n'importe quelle distance tous les abris naturels et toutes les cuirasses portatives, tout en faisant la blessure la moins cruelle possible.

J'ai calculé les tables de tir pour la cartouche allemande de 7.9^{mm} et la mienne de 5^{mm}, tirant une balle creuse de ce genre (acier et anneau de cuivre) et j'ai obtenu les résultats ci-dessous :

La nomenclature est la même que précédemment.

Cartouche allemande, modèle 1888 (balle creuse d'acier, à anneau de cuivre ; charge normale).

Pas de l'hélice, 24 cm. (comme jusqu'ici) ; longueur de la balle, 32^{mm} (idem.) ; longueur de la pointe ogivale, 18^{mm} (diamètre, 7.9 à 3.2^{mm}) ; diamètre du canal à air, 3.2^{mm}, élargi à 5.6^{mm} à la partie postérieure ; longueur de la base ogivale, 12^{mm} (diamètre, 7.9 à 5.6) ; largeur de l'anneau de cuivre, 2^{mm} (diamètre, 8.22 à 7.9). La base ogivale s'emboîte dans un disque conducteur pesant environ 0.3 gr. et la balle pèse 8.30 gr. au lieu de 14.5 gr. Charge 2.75 gr. poudre sans fumée en feuillets un peu plus petits qu'aujourd'hui pour que la combustion soit complète avant que le projectile quitte la bouche. Vitesse initiale, 787 m. (640) ;

poids de l'arme, 3.8 kg.; recul, 0.93 kgm. (1.54); longueur de la douille, 64.5^{mm}; poids de la douille, 10.6 gr. La partie épaisse de la douille reste la même, la partie cylindrique est quelque peu allongée pour couvrir l'anneau de cuivre. Longueur de la cartouche, 82.5^{mm}; poids, 21.95 gr. (27.5); 182 cartouches (145) font 4 kilogrammes. Pression sur la coupe en travers de la balle, 0.169 (normale 0.296); pression sur la longueur de la balle, 0.0372 (normale 0.0607).

Mérites de l'arme et de la munition, 2205 (normale 474); pression maximum, 1550 atmosphères (3300); B. max. (1.7) = 778 m. (438), B. max. (1.8) = 799 (450).

Voici les résultats balistiques :

Distances.	v.	a.	B _{1,7}	B _{1,8}	D	s.
0 m.	787	0	—	—	117	0
500	703	4.0	—	—	93	0.24
1000	629	8.1	200	212	75	1.09
1500	562	12.5	123	130	60	2.76
2000	502	17.4	83	88	48	5.59
2500	449	22.8	59	62	38	9.76

La portée efficace est de 4374 m., durée 9.45 sec., vitesse au but 295 m., pénétration 16.4 cm., angle de tir 2° 57' = 51.6 ‰. La portée totale est de 7571 m. $\alpha = 30^\circ$; la portée verticale est de 2524 m.

Cartouche Hebler de 5^{mm}, modèle 1893, faible (balle creuse d'acier à anneau de cuivre; douille pleine).

Les dimensions de la douille, de la balle et de la cartouche restent les mêmes que pour la balle creuse légère. Les chiffres entre parenthèses se rapportent à la balle normale. Pas de l'hélice, 18 cm. (14); longueur de la balle, 30^{mm}; longueur de la pointe ogivale, 17^{mm} (diamètre 5.0-2.0); diamètre du canal cylindrique, 2.0^{mm} élargi à 3.6^{mm} à la base; longueur de la base ogivale, 11^{mm} (diamètre 5.0-3.6); largeur de l'anneau de cuivre, 2^{mm} (diamètre 5.3-5.0); le disque conducteur pèse environ 0.12 gr., la balle 3.3 gr. (5.8). Charge, 1.64 gr. poudre sans fumée Cologne-Rottweil (1.5). Diamètre pour combustion complète, 0.63^{mm}; vitesse initiale, 1050 m. (797); poids de l'arme, 4.0 kg.; recul, 0.71 kgm. (0.80); longueur de la douille, 5.5^{mm}; poids de la douille, 7.4 gr. (7.2); la partie cylindrique de la douille allongée de façon à contenir l'anneau de cuivre. Longueur

de la cartouche, 72.0^{mm}. Poids, 12.46 gr. (14.5) ; 321 cartouches (276) font 4 kilogrammes. Pression sur la coupe en travers de la balle, 0.168 (n. 0.295) ; pression sur la longueur, 0.0245 (n. 0.0397).

Mérites de l'arme et de la munition, 6805 (1429) ; pression maximum, 2400 atmosphères (3633) ; B. max. (1.7) = 1044 m. (516), B. max. (1.8) = 1071 m. (526).

Voici les résultats balistiques :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	1050	0	—	—	204	0
500	960	2.2	—	—	171	0.20
1000	878	4.5	369	391	143	0.89
1500	804	6.9	233	246	119	2.19
2000	735	9.4	163	173	100	4.28
2500	672	12.1	120	127	84	7.35

La portée efficace est de 5234 m. A cette distance, la durée est 8.24 sec., la vitesse 413 m., la pénétration, 31.5^{mm}, l'angle de tir, 1° 53' = 32.8 ‰.

La portée totale est de 9172 m. ($\alpha = 30^\circ$), la portée verticale est de 3057 m.

J'ai aussi fabriqué une cartouche plus forte pour la même balle et j'ai obtenu des résultats qui ne peuvent être dépassés avec ce calibre.

Cartouche Hebler de 5^{mm}, modèle 1893, forte (balle d'acier et anneau de cuivre ; douille pleine).

Le pas de l'hélice est de 18 cm. et pourrait même être de 20 ou 22 cm. (voir les raisons données plus haut). Longueur de la balle, 31.0^{mm} ; longueur de la pointe, 17.5^{mm} (diamètre 5.0-2.0) ; diamètre du canal, 2.0-3.6^{mm} ; longueur de la base ogivale, 11.5^{mm} (diamètre 5.0-3.6) ; largeur de l'anneau de cuivre, 2.0 m. (diamètre 5.3-5.0) ; le disque conducteur pèse 0.14 gr., la balle 3.40 gr. Charge, 2.16 gr. de la même poudre sans fumée : diamètre pour combustion complète, 0.65^{mm}. Vitesse initiale, 1215 m. ; poids de l'arme, 4.0 kg. ; recul, 0.96 kgm. ; longueur de la douille, 61.5^{mm} (diamètre 11.0-9.4) ; poids de la douille, 8.5 gr., allongée comme ci-dessus ; longueur de la partie cylindrique, 15.5 m., de la partie épaisse, 4.2 m., de la partie conique, 4^{mm} ; longueur de la cartouche, 79^{mm} ; poids, 14.2 gr. (282 cartouches font 4 kg.) ; pression sur la coupe en travers

de la balle, 0.173 ; pression sur la longueur de la balle, 0.0245.

Mérites de l'arme et de la munition, 7453 ; pression maximum, 3100 atmosphères ; B. max. (1.7) = 1202 m., B. max. (1.8) = 1237 m.

Voici les résultats balistiques :

Distances.	v.	a.	B _{1.7}	B _{1.8}	D	s.
0 m.	1215	0	—	—	281	0
500	1117	1.7	—	—	238	0.15
1000	1027	3.4	484	512	201	0.66
1500	945	5.2	308	326	170	1.61
2000	869	7.1	215	228	114	3.12
2500	799	9.1	162	171	122	5.33

La portée efficace est de 6088 m.; à cette distance, la durée est 8.72 sec., la vitesse, 437 m., la pénétration, 36.5 cm., l'angle de tir, $1^{\circ} 47' = 31.1 \text{ ‰}$.

La portée totale est de 10434 m. ($\alpha = 30^{\circ}$), la portée verticale est de 3478 m.

De ce qui précède, il résulte que la supériorité de la balle d'acier, sous le rapport de la pénétration, ne se manifeste que lorsque la vitesse initiale est telle qu'aucune autre balle n'y résisterait ; plus la vitesse augmente, plus cette supériorité se manifeste. C'est pourquoi la différence entre les résultats obtenus par les deux balles est minime avec le fusil allemand, tandis qu'avec celui de 5^{mm} elle est immense.

Cependant, même avec le fusil allemand de 7.9^{mm}, la différence, surtout à courte distance, est remarquable et ferait préférer la balle d'acier à la balle creuse légère, mais ce sera surtout lorsqu'on passera au fusil de 5^{mm} que la supériorité de la balle d'acier se manifesterait et la fera préférer, malgré son prix quelque peu élevé.

Une fabrique de premier rang comme celle de Roth, à Vienne, sera sans doute à même de fabriquer la balle d'acier en grandes quantités et à un prix modéré.

Quant à prédire laquelle des trois balles creuses (légère, lourde ou d'acier) on adoptera, soit pour les fusils de 7.5-8.0^{mm}, soit pour ceux de 5^{mm}, cela ne se peut pas. Chacune a ses avantages et désavantages qui devront être soigneusement pesés dans chacun des divers cas qui se présenteront ; mais on peut prédire, à coup sûr, que la

balle creuse, dans l'une ou l'autre de ces trois formes, sera adoptée soit pour le fusil d'aujourd'hui, soit pour le fusil de 5^{mm}. Les avantages de cette balle sont tels qu'aucune armée ne saurait s'en passer. HEBLER.

Remarque. — Nous laissons la responsabilité de ces chiffres et assertions à l'auteur, qui passe, à juste titre, pour un technicien des plus compétents. Nous croyons cependant devoir faire observer ceci : le professeur Hebler commence par affirmer qu'aucun progrès ultérieur n'est possible sous le rapport de la forme des balles ; ce n'est là que son opinion personnelle.

Une balle de cuivre ou de laiton coûterait, croyons-nous, fort cher. D'autre part, la fabrication d'une balle de fer ou d'acier à anneau de cuivre ou de laiton serait compliquée et risquerait aussi de devenir fort coûteuse.

Lorsqu'il fut question d'employer le cuivre ou le laiton comme enveloppe, on y renonça pour des raisons qui s'appliquent tout autant à l'anneau qu'à l'enveloppe.

Une balle de ce genre risquerait cependant moins, vu la grande vitesse initiale, de rester dans la plaie et de causer de graves complications par oxydation.

Réd. *Allg. Schweiz Militär Zeitung.*



Société des Officiers de la Confédération suisse.

SECTION VAUDOISE

Concours pour 1893-1894.

Le Comité cantonal aux sous-sections et aux membres de la
Section vaudoise.

Lausanne, novembre 1893.

Chers Camarades. — Nous avons l'honneur de vous communiquer la liste des sujets de concours pour 1893-1894.

Nous avons repris quelques uns des sujets anciens non encore traités et complété la liste à l'aide de sujets nouveaux, choisis dans les questions actuellement discutées dans notre armée.

Nous vous recommandons le concours et espérons que le nombre des officiers qui voudront bien y prendre part sera encore plus considérable que l'an dernier.