

Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 14 (1883-1884)

Artikel: De l'action explosive des projectiles d'infanterie d'après les expériences de M. le Professeur Kocher, de Berne
Autor: Nicolas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-88210>

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: 29.12.2025

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

DE L'ACTION EXPLOSIVE DES PROJECTILES D'INFANTERIE

d'après les expériences de
M. le Professeur KOCHER, de Berne.

Par M. le Dr NICOLAS.

M. le Dr *Nicolas* donne le résumé d'un mémoire de M. le professeur *Kocher*, qui a réuni dans un volume (*Ueber Schusswunden. — Die Wirkungsweise der modernen Klein-Gewehr-Geschosse. Leipzig 1880. F.-C.-W. Vogel*) les résultats d'expériences qu'il poursuit déjà depuis plusieurs années sur le mode d'action des projectiles du fusil Vetterli.

L'énorme augmentation de la force vive des armes modernes produit, dans les combats à courte distance, des lésions tellement considérables qu'elles rappellent une explosion intra-organique. Le but du travail de M. Kocher est de rechercher la cause de cet effet dont l'explication est encore pendante.

Pour étudier les diverses manifestations de la force vive des projectiles, il est nécessaire de pouvoir varier à volonté les deux facteurs dont se compose cette force, c'est-à-dire : la vitesse et la masse.

La diminution du facteur *vitesse* s'obtient en augmentant la distance, mais alors l'incertitude du tir augmente en proportion et, comme il s'agit dans les expériences en question, de toucher un point très

restreint, tel que, par exemple, la tête de l'os du bras, M. Kocher se servit de cartouches dont la charge de poudre, diminuée suivant les besoins, lui permit, tout en plaçant l'arme à une distance de 8 mètres du but, d'atteindre ce dernier aux endroits voulus avec des projectiles animés d'une vitesse de 150, 175, 200, 225, 250, 300, 400 et 425 mètres par seconde au moment du choc.

On modifie le facteur *masse* en utilisant des balles composées de métaux à poids spécifiques différents (cuivre, étain avec un noyau intérieur en bois, aluminium).

Enfin, pour apprécier l'influence que peut avoir sur les tissus la fusion du plomb, dont certains auteurs font ressortir l'importance, M. Kocher employa des projectiles en alliage fusible de Wood.

Il est très important de pouvoir recueillir aussi intacts que possible les projectiles, pour noter leur déformation et éventuellement leur perte de poids. Une couche d'étaupe serrée, d'un mètre d'épaisseur, est un excellent moyen, car le plomb y est arrêté sans aucune altération de forme. En outre, ce procédé démontre que la rotation des projectiles autour de leur grand axe ne doit pas jouer un rôle bien important dans les plaies par armes à feu. Lorsqu'on recueille une balle tirée directement dans l'étaupe à la vitesse de 425 mètres par seconde, on voit que l'étaupe adhère à sa surface en décrivant une spirale qui ne dépasse pas même la demi-circonférence de la longueur totale du projectile. Au surplus, les balles sphériques, qui ne sont pas animées d'un mouvement gyroïde, se comportent comme les projectiles cylindro-coniques.

M. Kocher s'occupe d'abord de l'échauffement et de la fusion des projectiles dans le corps humain. Il démontre, par des expériences théoriques, que la balle du Vetterli ne se fragmente sous le choc d'une boule de fer que si on maintient sa température près du point de fusion du plomb.

Le développement de chaleur qui se produit lorsque le projectile heurte la diaphyse des os, peut bien aller jusqu'à la fusion du métal, mais les quelques décigrammes de plomb fondu (8 au maximum), qui sont projetés de côté et d'autre, sont sans effet ultérieur sur le corps humain. C'est ce que démontrent les expériences comparatives avec des munitions en alliage de Wood.

En revanche, l'échauffement du plomb jusque près de son point de fusion domine son coefficient de résistance, favorise sa déformation et, suivant les cas, sa fragmentation mécanique.

Cependant, on verra plus loin que les projectiles du Vetterli se déforment sous de certaines conditions auxquelles l'échauffement est complètement étranger.

Pour M. Kocher, l'action éminemment destructive des projectiles modernes est due à la présence des liquides de l'organisme, l'eau entrant pour les trois quarts dans la composition de certains de nos tissus (cerveau, muscles, foie). Ses essais de tir sur une baignoire, dont la paroi dirigée contre l'arme était formée d'un simple parchemin, ont donné des résultats très intéressants, dont voici le résumé :

1^o Les projectiles en plomb des armes modernes sont arrêtés et déformés par de simples liquides ; ceux en cuivre, aluminium et étain, conservent leurs formes.

2° Cette déformation (en champignon) n'est pas due à l'échauffement; c'est un pur effet mécanique. Les balles en alliage fusible ne sont pas déformées.

3° La force de pénétration d'un projectile dans les liquides est proportionnelle :

- a) A la vitesse du projectile ;
- b) Au poids spécifique du projectile ;
- c) Inversement au diamètre, ou aux déformations augmentant ce diamètre.

La déformation en champignon du projectile en plomb du Vetterli ne se manifeste qu'à partir des vitesses de 250 mètres par seconde et l'augmentation de son diamètre transverse fait obstacle à sa pénétration dans le liquide. Aux vitesses inférieures à 250 mètres par seconde, la balle conserve son intégrité de formes et alors sa force de pénétration bénéficie en plein de l'avantage du poids spécifique élevé.

La cause de cet aplatissement ne peut pas être expliquée par l'échauffement du projectile, le parchemin n'offrant pas une force de résistance suffisante pour transformer une partie de la force vive en chaleur. On est donc forcé d'admettre que cet aplatissement du plomb est d'origine mécanique et qu'il est dû à la résistance des molécules de l'eau, qui peut vaincre le coefficient de résistance inférieur de ce métal.

Au moment où l'eau offre au projectile une résistance capable de le déformer, se développe une nouvelle force, celle de la pression hydraulique. Si, pendant le tir, on a l'œil fixé sur la baignoire, on voit au moment du choc de la balle, le liquide jaillir hors du récipient et s'élever jusqu'à 6 et 7 mètres de haut ;

l'effet est identique à celui d'une torpille éclatant sous l'eau. La baignoire elle-même est disloquée et se disjoint, si on n'a pas eu la précaution de l'entourer de cercles de fer solides.

Ces expériences peuvent se faire en petit sur des boîtes de conserves ouvertes, remplies d'eau ou vides.

Qu'on tire à n'importe quelle vitesse et avec n'importe quelle munition (cuivre, étain, aluminium, métal de Wood, balles sphériques) sur une boîte vide, le projectile fera un trou d'entrée et de sortie de même dimension que lui. Si on remplit la boîte d'eau, les projectiles de 150 et 200 mètres par seconde la traverseront comme ci-dessus ; ceux de 250 mètres par seconde feront déjà un trou de sortie beaucoup plus grand que celui d'entrée et de forme irrégulière. De 250 à 410 mètres par seconde, l'action de la force hydraulique va crescendo, quelle que soit la munition ; la violence du choc ne donne plus le temps aux molécules liquides de s'écarter et elles sont entraînées en cône du côté du trou de sortie. La force explosible se fait sentir dans toutes les directions, en haut comme en bas, à droite comme à gauche ; des gerbes d'eau jaillissent dans tous les sens. Le fond de la boîte se détache, la paroi postérieure est déchirée du haut en bas ; il en est de même pour celle où se trouve le trou d'entrée, dont les bords sont souvent recoquillés contre le tireur ; enfin, la boîte cylindrique peut être aplatie au point que ses parois se touchent. Les projectiles de plomb sont seuls déformés en champignon.

D'où l'on peut conclure :

1^o Que l'intensité de la pression hydraulique est en raison directe de la vitesse du projectile ;

2° Qu'elle est indépendante du mouvement de rotation du projectile autour du grand axe, car elle se manifeste avec les balles sphériques des canons lisses aux mêmes conditions que pour les balles cylindro-coniques.

3° La pression hydraulique est indépendante du poids spécifique du projectile, soit de sa masse répartie sous un même volume.

M. Kocher a institué une autre série d'expériences qui corroborent pleinement les précédentes et servent de transition au tir sur les tissus mous de l'organisme.

Boîtes de conserves remplies de ouate, de sable, de sciure sèche, de gelée de gélatine solidifiée. Tir à des vitesses variant de 150 à 410 mètres par seconde. La balle fait un trou d'entrée correspondant à son calibre et un trou de sortie légèrement agrandi par l'action du matériel de remplissage qui a été entraîné. Mais, si on humecte cette ouate, ce sable, cette sciure ; si on remplit la boîte avec des muscles, une gelée de gélatine liquide, la force explosible se manifestera avec la même intensité que pour les liquides et elle sera aussi régie par les mêmes lois.

Du moment que certains de nos tissus renferment jusqu'à 77 % d'eau, les effets des projectiles sont vite expliqués et on peut facilement en juger par les résultats qu'on obtient, en tirant sur un foie de bœuf ou sur des masses musculaires.

A la vitesse de 150 mètres par seconde (ce qui correspond à une distance de 1100 mètres environ), le projectile du Vetterli fait dans le foie un trou d'entrée et un trou de sortie de même grandeur que lui ; il conserve sa forme et son poids intégral. A 410 mètres par seconde, le trou d'entrée a la grosseur du poing ;

le trou de sortie est représenté par une perte de substance de la largeur des deux mains, le tissu du foie est broyé et réduit en une pulpe diffluyente. Le projectile pèse son poids normal de 20^g,20, mais il est aplati en forme de bolet, ensorte que sa longueur totale de 25^{mm},4 est quelquefois réduite de moitié.

Le mémoire de M. Kocher renferme une série complète d'expériences analogues faites dans les conditions les plus variées.

Mais l'organisme renferme, outre les tissus mous, des tissus compacts et résistants, les os, et c'est ce qui a amené M. Kocher à étudier la manière d'être des corps solides vis à vis des projectiles des armes actuelles. A la vitesse de 410 mètres par seconde, le projectile du Vetterli produit autour de son trajet, dans une plaque de verre, de nombreuses fissures radiées et entremêlées d'autres fissures en zigzag, s'étendant au loin et reliées entre elles par des fissures transversales; plus la vitesse diminue, plus l'action de la balle se borne à un trou d'entrée et de sortie sans autre complication. Ce n'est pas la pression hydraulique, ni le mouvement de torsion du projectile qui produisent ces diverses fissures, mais le fait que les molécules atteintes, n'étant pas entraînées assez vite par la balle, ont le temps de transmettre latéralement les forces qui agissent sur elles. Une boîte de conserves, remplie de menu gravier et traversée par une balle à pleine vitesse, présentera à sa surface de nombreuses bosselures résultant de la transmission latérale du choc par les cailloux et qui font complètement défaut aux vitesses inférieures à 200 mètres par seconde. M. Kocher parle dans ce cas d'une force explosive (Sprengwirkung) équivalant à la pression hydraulique.

Sur les os frais, l'action de la pression hydraulique vient s'ajouter à celle de la force explosive, car la moelle des os longs est formée par une substance semi-liquide, renfermée dans une cavité à parois rigides. On se rend facilement compte de ces effets en tirant sur des os macérés et des os frais. Si on tire sur un crâne macéré rempli de sciure, la balle fait un trou d'entrée et de sortie correspondant à son calibre; mais pour peu que l'on humecte la sciure, le crâne se disloque et vole en éclats.

Dans les deux derniers chapitres de son mémoire, M. Kocher résume ses conclusions théoriques et pratiques et formule ses desiderata humanitaires de la manière suivante :

1^o Les armes modernes devraient avoir un projectile à diamètre aussi réduit que possible (10 mm. et au-dessous);

2^o Une dureté considérable se rapprochant de celle du cuivre;

3^o Un point de fusion supérieur à celui du plomb employé actuellement;

4^o Un poids spécifique élevé, permettant d'avoir la même masse sous un volume réduit.

5^o La vitesse initiale ne devrait pas être élevée au-dessus des limites actuelles.

Depuis la publication de ce travail a surgi une nouvelle arme, le fusil Rubin, dont la balle, à 25 m. de la bouche du canon, marche à raison de 552 m. par seconde (Vetterli, 410 m. par seconde). L'effet désastreux de cette nouvelle invention a été compensé par quelques modifications dans la construction de la cartouche, que la technique militaire a reconnues nécessaires. Le projectile a un calibre inférieur

à celui du Vetterli, 8 mm. au lieu de 10^{mm},4 ; une longueur de 67 mm. et un poids de 15 grammes (Vetterli, 20^g,20), et il est entouré d'un manchon de cuivre. La balle Rubin traverse sans altération de forme une couche d'eau de 3^m,50 et transperce encore une certaine épaisseur de bois. Il sera intéressant de faire des expériences comparatives avec cette arme.

M. Nicolas a répété une grande partie des expériences de M. Kocher. Il les démontre à la Société et fait circuler une collection de 72 balles recueillies par lui d'après le procédé indiqué plus haut.
