

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 45 (1900)  
**Heft:** 12

**Artikel:** L'armement de l'infanterie : aperçu historique [fin]  
**Autor:** Rubin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-337776>

#### **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:** 31.12.2025

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

# REVUE MILITAIRE SUISSE

XLV<sup>e</sup> Année.

N<sup>o</sup> 12.

Décembre 1900.

## S O M M A I R E

*L'armement de l'infanterie, aperçu historique (Fin). — L'aéros-tation militaire en Suisse (Fin). — Les manœuvres du III<sup>e</sup> corps d'armée. — L'artillerie aux manœuvres du III<sup>e</sup> corps. — Chroniques. — Informations. — Bibliographie.*

## L'ARMEMENT DE L'INFANTERIE

### Aperçu historique

(FIN<sup>1</sup>.)

La III<sup>e</sup> période comprend, de 1856 à 1886, les fusils de précision du calibre de 10 à 11 mm., à chargement par la bouche, à chargement par la culasse, ainsi que les fusils à répétition.

La planche XXXVI reproduit les résultats et les effets du tir du fusil suisse à répétition, du calibre de 10,4 mm.

A la distance de 300 m., sur 50 coups, on obtient 43 touchés dans le mannequin ; à 500 m., 30 touchés.

A 300 m., l'écart probable<sup>2</sup> mesure, en hauteur, 12,5 cm., en largeur 9,5 cm. ; le rayon du cercle du 50 % des touchés est de 18 cm.

Le projectile, du poids de 20,2 gr., animé d'une vitesse initiale de 404 m., et possédant une force vive de 165 kilogrammètres, traverse :

<sup>1</sup> Pour la première partie, voir la livraison de novembre.

<sup>2</sup> Rappelons que l'écart probable en hauteur représente la moitié de la bande horizontale du 50 % des touchés ; l'écart probable en largeur, la moitié de la bande verticale. (Réd.)

A 300 m., 5 feuilles de tôle d'acier de 1 mm. d'épaisseur, placées les unes derrière les autres, à 30 mm. d'intervalle. A 500 m., 2 feuilles. A 1000 m., 1 feuille.

La pénétration comporte :

	A 300 m.	A 500 m.
Dans le bois de sapin, sens des fibres	250 mm.	190 mm.
»           »           perpendiculairement aux fibres . . . . .	170 mm.	130 mm.
Dans le bois de hêtre, perpendiculairement aux fibres . . . . .	70 mm.	60 mm.

Dans de l'argile tendre, la pénétration est la suivante :

Distance, m.	Diamètre de l'orifice d'entrée, mm.	Diamètre maximum du canal, mm.	Profondeur du canal, mm.
40	140	140	360
100	90	100	410
300	50	60	1040
500	40	50	670

La France est le premier Etat qui ait introduit un calibre encore plus petit, en adoptant, en 1886, le fusil Lebel, de 8 mm.

Après la guerre franco-allemande, la plupart des Etats cherchèrent à améliorer l'armement de leur infanterie, aussi bien dans le sens d'une augmentation de portée, en vue du tir aux grandes distances, que dans celui d'une plus grande tension de la trajectoire.

Le principal moyen de perfectionner dans cette direction consistait à donner au projectile — qui, à cette époque, avait presque dans tous les pays un calibre de 10 à 11 mm., — une vitesse initiale et une force vive plus considérables.

On obtint une plus grande vitesse initiale en augmentant la charge de poudre, et en utilisant des poudres brisantes. Pour accroître la force vive et la vitesse restante, on eut recours à des projectiles plus lourds.

Ces perfectionnements conduisirent à l'emploi de cartouches pesantes produisant un violent recul; la précision n'en était toutefois pas augmentée. Ces moyens ne pouvaient s'employer, du reste, que jusqu'à une certaine limite, car on s'efforçait de diminuer autant que possible le poids de l'arme elle-même. Il fallait, en outre, éviter de rendre le recul plus sensible, ce qui aurait nui à l'instruction du tireur. On était également limité par un accroissement de la densité

transversale du projectile (c'est-à-dire du poids du projectile par millimètre carré de section perpendiculaire à son grand axe), de son poids par rapport à sa longueur.

On constata aussi que l'on ne parviendrait pas à améliorer les qualités balistiques de l'arme sans réduire les calibres de 10 à 11 mm. alors en usage. Cette considération engagea le major Rubin, directeur de la fabrique fédérale de munitions, à entreprendre, en 1879 déjà, des études et des essais avec des armes d'un calibre plus faible<sup>1</sup>.

Ces essais obtinrent leurs premiers succès et atteignirent leur but en employant un fusil du calibre de 9 mm., qui tirait à la vitesse initiale ( $V_{25}$ ) de 460 mètres, un projectile de 20 grammes, d'une densité transversale de 0,3 gr. par millimètre carré.

Déjà en 1878, le major Rubin, préoccupé d'augmenter la charge de poudre à l'effet d'obtenir une plus grande précision du tir et d'éviter le plombage du canon, avait, au moyen d'un procédé spécial de compression, préparé pour le fusil suisse du calibre de 10,4 mm., un projectile entouré d'un manteau de cuivre.

Le calibre diminuant, le projectile dut être allongé en proportion et sa longueur, exprimée en calibres, fut portée de  $2\frac{1}{2}$  à  $3\frac{1}{2}$  calibres, et même au delà.

Pour assurer le centrage de ce projectile allongé, il fallait augmenter son mouvement de rotation, condition qu'on réalisait uniquement en accentuant le pas des rayures et en augmentant la vitesse du projectile.

Le projectile à manteau que le major Rubin fut le premier à fabriquer, et qu'il expérimenta pratiquement, avec un fusil du calibre de 9 mm., au printemps de 1881, donna des résultats particulièrement favorables.

Ces résultats, ainsi que les expériences qui suivirent, engagèrent le major Rubin à entreprendre d'autres essais, avec des calibres inférieurs. Il se servit d'armes de 8,5 mm., 8 mm. et 7,5 mm., avec des projectiles de forme géométriquement identique à ceux du 9 mm. et à manteau de cuivre analogue. En raison de la réduction du calibre, le projectile prit une

<sup>1</sup> La Suisse avait adopté, à partir de 1853, pour les carabiniers et les chasseurs, des fusils du calibre de 10<sup>mm</sup>4, avec un pas de rayures de 660 mm.

Tous les Etats qui avaient encore des calibres plus forts adoptèrent, après 1871, ceux de 10 à 11 mm. Ainsi l'Allemagne n'adopta qu'en 1871 le fusil Mauser de 11 mm. à chargement coup par coup.

longueur plus grande et exigea une rotation plus considérable.

La réduction du calibre amenait, à densité transversale égale, une diminution du poids de la balle, par conséquent une diminution du poids de la cartouche.

Par contre, le projectile s'allongeait démesurément. D'autre part, le volume de la douille, et par suite le poids de celle-ci, ne subissait pas de diminution sensible puisqu'elle devait recevoir une charge plus forte.

Ce ne fut que par l'emploi de poudres comprimées, telles que les fabriquait le major Rubin par des procédés mécaniques spéciaux, que celui-ci réussit à réduire la longueur, le calibre et le poids de la cartouche, de telle sorte que la simple réduction du calibre amenait du même coup un allègement de la munition, un des avantages du système.

En 1882, on fit des essais avec le calibre de 8 mm. En 1883 et les années suivantes, on continua les expériences avec le fusil de 7,5 mm. avec projectile à manteau de cuivre, système Rubin, et charge de poudre noire comprimée.

Des études sur les fusils de petit calibre et des essais étaient exécutés à la même époque par le professeur Hebler, alors privat-docent à l'Ecole polytechnique de Zurich. Ces recherches étaient complètement indépendantes de celles du major Rubin ; elles reçurent leur publicité un an avant que ce dernier se décidât à publier, de son côté, les résultats de ses expériences.

Dès l'origine de ses essais, le professeur Hebler attacha une grande importance à la diminution du poids de la cartouche. Il employa une douille d'un volume relativement réduit, en sorte que la charge de poudre, contenue dans un très petit espace, produisait, en s'enflammant, une expansion des gaz beaucoup trop considérable, ce qui rendit les expériences fort difficiles, d'autant plus que le professeur Hebler n'employait à l'origine que des projectiles non revêtus.

Lorsque le major Rubin eut fait connaître ses projectiles à manteau métallique, mais seulement alors, le professeur Hebler renouvela ses expériences, en employant, cette fois, le projectile à manteau en tôle d'acier. La fabrique de cartouches Lorenz, à Carlsruhe construisit les premiers projectiles de ce genre pour le fusil petit calibre Hebler, sous le nom de « balles Compound », cette dénomination rappelant que le manteau était soudé au noyau de plomb.

Une fois connus, les essais du professeur Hebler et du major Rubin, avec des fusils de petit calibre, furent accueillis avec un vif intérêt par les autorités militaires des divers Etats.

Les rapports et les proportions fournis par le major Rubin servirent partout de base pour la construction des armes de petit calibre, particulièrement au point de vue du nombre et de l'inclinaison des rayures et pour la fabrication des projectiles à revêtement métallique.

Nous verrons, par la suite, que pour les armes des calibres de 8 mm. à 7,5 mm., introduits par tous les Etats étrangers, on fabriqua partout des douilles, des balles et des cartouches de dimensions presque identiques à celles employées par le major Rubin.

\* \* \*

Longtemps avant qu'on se fut efforcé d'augmenter la précision du tir en réduisant le calibre, on avait cherché, pour les armes à feu portatives, au lieu de la poudre noire, employée depuis six siècles, un explosif qui produisit plus d'effet, tout en diminuant le recul et en supprimant la fumée.

Lorsque, en 1846, le professeur Schönbein, de Bâle, inventa le fulmi-coton, on crut avoir trouvé la substance depuis longtemps cherchée.

On entreprit donc, dans tous les Etats, et spécialement en Autriche, entre les années 1852 à 1862, la fabrication en grand du fulmi-coton, avec lequel on fit de nombreux essais de tir. Ceux-ci ne donnèrent en somme que des résultats nettement défavorables.

Le manque de fixité du fulmi-coton, son inflammation brusque, sa combustion irrégulière, le fait que les produits de sa combustion attaquaient le canon du fusil, firent obstacle à l'adoption de cet explosif pour les armes à feu portatives.

A la suite de l'introduction des armes à tir rapide, surtout des fusils à répétition de petit calibre, l'obtention d'une poudre donnant de meilleurs résultats balistiques était devenue d'une absolue nécessité.

Des perfectionnements apportés dans la fabrication, notamment l'emploi de procédés chimiques spéciaux, permirent enfin d'utiliser le fulmi-coton pour les armes à feu portatives.

C'est la France qui, la première, en fit usage pour son fusil

Lebel, calibre 8 mm., sous forme d'une poudre de collodion à petites feuilles, proposée par le chimiste Vieille.

En Suisse, la poudre du fusil suisse à répétition, modèle 1889, fut inventée par le chimiste E. Schenker, chef du contrôle fédéral de la munition. Fabriquée avec un coton-poudre spécial, cette poudre reçoit la forme de petits grains cylindriques. Une charge de 2 gr. de cette poudre communique à un projectile du poids de 13,8 gr. une vitesse ( $V_{25}$ ) de 580 mètres, avec une tension de gaz de 2540 atmosphères.

Le message du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale, du 19 juin 1889, concernant l'introduction de nouvelles armes à feu portatives, s'exprime en ces termes :

Personne n'ignore, sans doute, que depuis quelques années tous les Etats de l'Europe font des efforts considérables pour doter leur infanterie d'un armement tout à fait nouveau. Ce que l'on cherchait avant tout, c'était un fusil de calibre plus petit, à trajectoire plus rasante et dont le projectile ait encore plus d'effet, ainsi qu'une plus grande rapidité de tir en remplaçant le fusil à un coup par le fusil à répétition. A ces questions vint encore s'ajouter récemment celle de l'introduction d'une poudre sans fumée.

Ces recherches pouvaient d'autant moins laisser les autorités suisses indifférentes, que ce sont précisément les Suisses qui ont démontré les avantages du calibre le plus petit, dans les essais pratiques qui, dès le commencement, ont été suivis à l'étranger avec la plus grande attention.

En conséquence, le département militaire fit tout d'abord étudier la question du fusil, dès l'année 1882, par le chef d'arme de l'infanterie, puis, sur sa proposition, par une commission spéciale, nommée en 1886.

Nous vous avons constamment tenus au courant de la marche des essais par nos rapports de gestion.

Aujourd'hui, nous sommes en mesure de vous informer que la commission des fusils a terminé ses études et ses essais et qu'elle propose un nouveau fusil petit calibre à répétition.

On ne peut qu'approuver la commission d'avoir mené ses travaux à bonne fin sans précipitation. Grâce, d'ailleurs, aux décisions bien inspirées, prises par les Chambres fédérales, en 1866, nous sommes déjà en possession d'un excellent fusil de petit calibre à répétition, qui est encore aujourd'hui une bonne arme. Si nous vous présentons le présent message immédiatement après avoir reçu le rapport final de la commission des fusils, c'est par ce que nous savons, par ce qui s'est passé, en 1863 (introduction du petit calibre) et en 1869 (introduction du fusil à répétition), que ni vous, ni le peuple suisse ne veulent rester en arrière des autres Etats, en ce qui concerne l'armement de l'infanterie, et parce qu'on ne doit pas s'attendre à ce que, dans un temps rapproché, il se produise de nouvelles améliorations importantes sous ce rapport.

Le nouveau fusil et la nouvelle munition que nous vous proposons d'introduire aujourd'hui doivent leur existence à des faits dont l'historique est, en résumé, le suivant :

Déjà en 1881, M. le major Rubin, directeur de la fabrique de munition, à

Thoune, présentait au département militaire suisse un fusil du calibre de 9 mm. dont le projectile était revêtu d'une chemise de cuivre. Les essais qui eurent lieu tôt après avec ce fusil en provoquèrent d'autres avec des calibres encore plus petits, jusqu'au moment où l'on s'arrêta au calibre de 7,5-6 mm. Les nombreux essais qui eurent lieu ensuite pour voir si l'on ne pourrait pas transformer quelques-unes des parties de notre fusil actuel, ne donnèrent aucun résultat, et cela d'autant plus que, dans l'intervalle, la commission était parvenue à trouver un magasin plus pratique, et que, quant à la fermeture, la préférence avait été donnée à un cylindre de fermeture à mouvement rectiligne. Le cylindre dont il s'agit n'exige, en effet, qu'un seul mouvement en arrière et en avant, en sorte que le mouvement circulaire, nécessaire pour ouvrir et fermer, est supprimé. Dans le courant des essais, M. le professeur Hebler, de Zurich, présenta un fusil tirant un projectile à chemise d'acier. Les essais démontrent qu'il n'était nullement nécessaire de renoncer au système des rayures simples et pratiques de Rubin pour passer au projectile à chemise d'acier, en sorte que rien ne nous empêche de remplacer la chemise de cuivre, qui a encore été employée dans les derniers essais, par la chemise d'acier, qui est moins chère, qui possède une plus grande force de percussion et qui déforme moins le projectile au moment de sa pénétration.

La forte charge de poudre qui a dû être employée pour produire la plus grande vitesse initiale possible, a nécessité une trop longue cartouche pour le petit calibre. Il fallut dès lors avoir recours à la poudre comprimée, mais comme l'espace occupé dans la cartouche, par la charge, était relativement petit, il en est résulté une trop grande expansion de gaz que le canon du fusil n'a pas pu supporter. En outre, la forte charge a produit encore plus de fumée que le fusil actuel. En présence de ce résultat, l'administration des poudres a cherché à obtenir, avec d'autres sortes de salpêtre, une poudre dégageant moins de gaz et moins de fumée. Toutefois l'essai n'aboutit pas : cette poudre était trop hygrométrique et l'inflammation insuffisante. Des préparations de pierite n'ayant pas non plus donné de résultat, parce qu'elles dégageaient une trop forte quantité de gaz, on dut également les abandonner ; c'est alors que M. Schenker, chef du contrôle des munitions, à Thoune, assisté de M. Amsler, fils, chimiste, commença, en été 1887, des essais qui produisirent la poudre sans fumée dont on se sert aujourd'hui, et qui, grâce à une expansion de gaz relativement moindre, donne au projectile une plus grande vitesse initiale ; cette poudre reçut le nom de P. C. 88 (Poudre-composition 88) et a dès lors été employée avec succès dans les essais. Nous faisons remarquer dès maintenant qu'après toutes les expériences faites jusqu'ici, cette poudre résiste beaucoup mieux que la poudre noire actuelle, à toutes les influences atmosphériques.

Après avoir éliminé, dans le cours des essais, divers systèmes de fusils, il ne restait plus, à la clôture des essais, que deux fusils en présence : celui présenté par M. le colonel Schmidt, à Berne, et celui présenté par la Société industrielle de Neuhausen. Après les améliorations que la commission fit faire successivement à ces deux fusils, ils étaient, en définitive, semblables dans un grand nombre de leurs parties et ils ne se distinguaient plus notablement que par leur système de fermeture. Chacun de ces fusils avait ses avantages ; ils ont même pu être considérés comme ayant une valeur à peu près égale, jusqu'au moment des derniers essais qui eurent lieu avec des troupes, à l'école

de tir de Wallenstadt, au commencement de juin; dans ces essais, où 80 fusils de chaque système prirent part, ce fut, en définitive, celui proposé par M. le colonel Schmidt qui l'emporta, comme étant le fusil le plus perfectionné dans le moment actuel.

Les projectiles, entièrement recouverts d'une chemise ou manteau d'acier, ou d'un autre métal dur et résistant, se déforment peu ou pas lorsqu'ils pénètrent dans un corps dur. Ils possèdent aussi, à vitesse égale, une force de pénétration beaucoup plus grande que les projectiles à tête moins dure et moins résistante.

Lorsque le projectile est muni d'une enveloppe métallique résistante, sa force de pénétration — aussi bien dans les corps durs que dans les corps tendres, élastiques ou non — s'accroît en raison directe de la vitesse de projection. Au contraire, lorsque le projectile n'est pas cuirassé, la force de pénétration, surtout dans les corps durs, diminue à mesure que la vitesse de projection augmente, parce que la pointe s'aplatit au moment où le projectile frappe le but. Plus s'accroît la vitesse initiale, et par conséquent la force de percussion, plus s'accentue l'aplatissement du projectile.

Lors de la dernière transformation de l'armement de l'infanterie, qui s'effectua entre les années 1886 à 1892, et ensuite de l'introduction des armes de calibres réduits, variant de 8 mm. à 6,5 mm., tous les Etats, à l'exception de la Suisse, adoptèrent des projectiles entièrement recouverts d'une enveloppe d'acier.

A la suite d'expériences qu'on prétendait résulter de la campagne du Chitral, l'Angleterre a adopté, pour le fusil Lee-Metford, du calibre 7<sup>mm</sup>7, un projectile à chemise de nickel, à pointe découverte. Le projectile à chemise d'acier complète causait, disait-on, des blessures si peu graves que des indigènes, même blessés, continuaient à combattre. Les premières balles à pointe découverte furent confectionnées aux Indes, dans la fabrique de cartouches de Dum-Dum. Le nom leur en est resté.

Tous les Etats étrangers possèdent des projectiles entièrement recouverts d'une chemise métallique. La Suisse fait exception. La balle d'ordonnance suisse, construite par le colonel Rubin, n'est pourvue qu'à l'avant d'une calotte d'acier nickelé.

La balle Rubin à calotte d'acier a donné, au point de vue

de la précision du tir, de meilleurs résultats que les projectiles entièrement cuirassés. En outre, elle supporte mieux les effets de contraction de la douille causés par les variations de température qui se produisent pendant le magasinage dans les dépôts de munitions. Sur des projectiles entièrement cuirassés, ces effets provoquent fréquemment des déchirures du col de la douille, tandis que la cartouche Rubin n'est pas sujette à des détériorations de ce genre.

On peut très bien se rendre compte de l'action destructrice qu'exercent les projectiles des différents modèles sur les parties molles des corps vivants — hommes et animaux — en examinant les canaux produits par les balles dans de l'argile tendre. Des essais comparatifs de tir contre l'argile, de même que contre des corps durs, ont été entrepris avec un fusil d'ordonnance modèle 1889, en faisant emploi :

- 1<sup>o</sup> de balles entièrement cuirassées d'acier ;
- 2<sup>o</sup> de balles d'ordonnance à calotte d'acier ;
- 3<sup>o</sup> de balles Dum-Dum.

La planche XXXVIII montre les résultats et les effets du tir du fusil suisse d'ordonnance à répétition, modèle 1889, calibre 7<sup>mm</sup>5, avec ces trois catégories de balles.

A la distance de 300 m., sur 50 coups, on obtient 50 touchés dans le mannequin ; à 500 m., 45 touchés ; à 1000 m., 25 touchés.

La dispersion, uniforme pour les trois genres de balles, est indiquée par les chiffres suivants :

	A 300 m.	A 500 m.
Ecart probable en hauteur . . .	4,0 cm.	8,0 cm.
»                 largeur . . .	5,5 cm.	10,0 cm.
Rayon du cercle du 50 % . . .	9,0 cm.	17,0 cm.

Le projectile, du poids de 13,8 gr., animé d'une vitesse initiale de 580 m. et d'une force vive de 232 kilogrammètres, traversent le nombre ci-dessous de feuilles de tôle d'acier de 1 mm. d'épaisseur, placées les unes derrière les autres à 30 millimètres d'intervalle :

	Balle d'ordonnance suisse.	Balle Dum-Dum.	Balle à chemise d'acier complète.
300 m.	9 feuilles	5 feuilles	8 feuilles.
500 m.	7   »	3   »	7   »
1000 m.	5   »	2   »	6   »

La pénétration est de :

1<sup>o</sup> Dans le bois de sapin, sens des fibres, à :

	Balle d'ordonnance suisse.	Balle Dum-Dum:	Balle à chemise d'acier complète.
300 m.	730 mm.	—	800 mm.
500 m.	640 mm.	—	720 mm.

2<sup>o</sup> Dans le bois de sapin, perpendiculairement aux fibres, à :

300 m.	370 mm.	—	530 mm.
500 m.	290 mm.	—	440 mm.

3<sup>o</sup> Dans le bois de hêtre, perpendiculairement aux fibres, à :

300 m.	220 mm.	—	280 mm.
500 m.	170 mm.	—	200 mm.

4<sup>o</sup> Dans de l'argile tendre, à :

*Diamètre de l'orifice d'entrée.*

40 m.	45 mm.	445 mm.	22 mm.
300 m.	30 mm.	90 mm.	20 mm.
500 m.	15 mm.	42 mm.	20 mm.

*Diamètre maximum du canal.*

40 m.	150 mm.	490 mm.	105 mm.
300 m.	80 mm.	425 mm.	80 mm.
500 m.	75 mm.	50 mm.	30 mm.

*Profondeur du canal.*

40 m.	315 mm.	450 mm.	270 mm.
300 m.	300 mm.	400 mm.	220 mm.
500 m.	490 mm.	680 mm.	940 mm.

Les canaux dans de l'argile tendre montrent qu'à la distance de 300 m. l'effet destructeur des balles Dum-Dum est sensiblement plus considérable que celui des balles à chemise d'acier complète. Inversément, la pénétration des Dum-Dum dans le bois dur et l'acier est beaucoup moindre.

Une diminution de la vitesse entraîne, chez les balles Dum-Dum, une rapide diminution de l'effet destructeur dans les parties molles, si bien que, à la distance de 500 m. et au-dessus, cet effet n'est pas plus considérable que celui des balles cuirassées. La raison en est, qu'avec une vitesse réduite, la pointe de la Dum-Dum ne se déforme pas au contact du but.

La balle suisse à calotte d'acier se comporte d'une façon analogue : elle s'écrase derrière la calotte.

Lors de l'introduction des armes de petit calibre et de l'adoption des calibres de 8 mm. à 7,5 mm., jusqu'en 1890, les tech-

niciens, aussi bien que les praticiens, étaient généralement d'avis que l'on n'arriverait pas à fabriquer de bonnes armes de guerre et de la munition d'un calibre inférieur à 7,5 mm. Comme une diminution encore plus forte du calibre n'était possible qu'au prix d'une réduction correspondante du poids absolu du projectile, on admettait que ce poids deviendrait trop faible pour permettre au projectile de conserver sa force vive et de lutter contre la résistance de l'air, ce qui nuirait à la précision du tir aux grandes distances.

Cependant, déjà en 1893, la Roumanie, l'Italie, les Pays-Bas, de même que la Suède et la Norvège adoptaient des fusils à répétition du calibre de 6,5 mm.

En 1895, les Etats-Unis introduisaient même, pour leur marine, une arme du calibre de 6 mm.

Bien plus. Les essais démontrèrent qu'avec un calibre de 5 mm., le projectile était encore doué d'une énergie suffisante pour lutter avec succès contre la résistance de l'air.

On reconnut alors que la vitesse moyenne de projection et par suite la précision du tir ne dépendent pas du poids absolu du projectile, mais uniquement du poids par unité de section transversale et de la vitesse initiale.

En conservant la même densité transversale que pour les calibres de 8 mm. à 7,5 mm., on réussit, en réduisant de 8 mm. à 6,5 mm. le calibre, à porter de 600 à 700 m. la vitesse initiale.

Les essais avec des balles jusqu'à 5 mm. furent repris partout, et suivis avec un très vif intérêt. On espérait atteindre, avec ces calibres réduits, l'idéal du fusil d'infanterie et obtenir une arme avec laquelle on put, à toutes les distances, balayer le champ de tir sans toucher à la hausse. A vrai dire, cet idéal est irréalisable, mais la réduction du calibre permet de s'en rapprocher.

Un autre avantage qu'on comptait retirer d'un calibre plus faible était l'allégement du poids de la munition. Le fantassin serait moins chargé, ou bien on pourrait le doter d'une plus forte provision de munitions de poche.

Les essais exécutés aussi en Suisse par le colonel Rubin, avec des calibres jusqu'à 5 mm. prouvent à l'évidence les progrès balistiques réalisés par la réduction du calibre. Leurs résultats ont été consignés dans le n°4 de 1897 de la *Monatschrift für Offiziere aller Waffen*, sous le titre de « Versuche mit

Kleinkalibergewehren », par le colonel Rubin, directeur de la fabrique fédérale d'armes, à Thoune.

De ces essais est née la *cartouche de 6 mm. avec balle entièrement noyée dans la douille, système Rubin*.

Cette cartouche imprime à une balle de 9 grammes, et avec une tension de gaz de 3000 atmosphères, une vitesse initiale ( $V_{25}$ ) de 800 m.

Avec cette cartouche, on a tiré sur les objectifs du groupe E (pl. XXXIX) :

- 1<sup>o</sup> Des balles à chemise d'acier complète;
- 2<sup>o</sup> Des balles à pointe découverte (balles Dum-Dum);
- 3<sup>o</sup> Des balles massives en cuivre.

Les résultats ont été les suivants :

A la distance de 300 m., sur 50 coups, on obtient 50 touchés dans le mannequin ; à 500 m., 47 touchés ; à 1000 m., 30.

La dispersion se présente comme suit :

	A 300 m.	A 500 m.
Ecart probable en hauteur . . .	4,0 cm.	8,5 cm.
» » largeur . . .	5,5 cm.	8,0 cm.
Rayon du cercle du 50 % . . .	8,5 cm.	15,0 cm.

Le projectile, du poids de 9 gr., animé d'une vitesse initiale de 800 m., et d'une force vive de 288 kilogrammètres, traverse le nombre ci-dessous de feuilles de tôle d'acier, de 1 mm. d'épaisseur, placées les unes derrière les autres à 30 mm. d'intervalle :

Distances.	Balles à chemise d'acier complète.	Balles Dum-Dum.	Balles de cuivre.
à 300 m.	6	5	8
à 500 m.	5	4	6
à 1000 m.	3	3	4

La pénétration a été la suivante :

a) Dans le bois de sapin, sens des fibres :

à 300 m.	1290 mm.	—	870 mm.
à 500 m.	790 mm.	—	580 mm.

b) Dans le sapin, perpendiculairement aux fibres :

à 300 m.	740 mm.	—	680 mm.
à 500 m.	530 mm.	—	440 mm.

c) Dans le hêtre, perpendiculairement aux fibres :

à 300 m.	390 mm.	—	360 mm.
à 500 m.	250 mm.	—	240 mm.

d) Dans de l'argile tendre :

*Diamètre de l'orifice d'entrée.*

à 10 m.	110 mm.	225 mm.	40 mm.
à 300 m.	25 mm.	115 mm.	20 mm.
à 500 m.	25 mm.	30 mm.	20 mm.

*Diamètre maximum du canal.*

à 10 m.	180 mm.	225 mm.	80 mm.
à 300 m.	65 mm.	130 mm.	75 mm.
à 500 m.	55 mm.	45 mm.	50 mm.

*Profondeur du canal.*

à 10 m.	280 mm.	310 mm.	705 mm.
à 300 m.	585 mm.	345 mm.	490 mm.
à 500 m.	433 mm.	440 mm.	550 mm.

\* \* \*

Si nous comparons encore brièvement, dans leurs développements successifs, les résultats et les effets de tir des armes d'infanterie, depuis l'invention de la poudre noire, nous voyons que ce n'est qu'au cours des quarante dernières années, et grâce à l'emploi des calibres de 10,4 mm. à 11 mm., qu'ont été créées des armes de précision.

Jusqu'en 1842, l'infanterie suisse conserve le fusil à pierre. Dès lors, on voit apparaître l'appareil de percussion et la capsule, mécanisme qui eut pour effet d'augmenter la certitude du tir (Schussicherheit).

Longtemps avant que l'on connut les cartouches à douilles, soit déjà en 1851, la Suisse dotait son infanterie d'une arme du calibre de 10,4 mm. Vers 1870 et après la guerre franco-allemande, tous les états militaires adoptèrent des armes du calibre de 10,4 mm à 11 mm. L'infanterie allemande était armée d'un fusil à un coup modèle 1871 qui, en 1874, fut transformé en un fusil à répétition.

L'apparition du fusil Gras, du calibre de 11 mm., en 1874, marque la fin de la première époque de perfectionnement des armes portatives pendant la troisième période.

Les projectiles, dont le poids variait de 20 à 24 gr., avaient

une vitesse initiale de 405 à 430 m. La précision du tir contre le mannequin découpé était, pour 50 coups tirés, de 43 touchés à la distance de 300 m., et de 30 touchés à la distance de 500 m. Dans le bois de hêtre, dans le sens des fibres, le projectile avait une pénétration de 250 mm. à la distance de 300 m., et de 190 mm. à la distance de 500 m.

La deuxième époque de perfectionnement des armes portatives commence en 1886 pour finir en 1892. Elle est caractérisée par l'introduction des armes des calibres de 8 mm. à 7,5 mm. La France adopte, en 1886, le fusil Lebel du calibre de 8 mm. ; l'Allemagne, en 1888, le fusil Mauser du calibre de 8 mm. ; la Suisse, en 1889, le fusil du calibre de 7,5 mm. avec une cartouche à charge de fulmi-coton et un projectile du poids de 14 gr. à 15 gr., ayant une vitesse initiale de 600 m. Les effets du tir du fusil suisse, modèle 1889, sont indiqués période D (planche XXXVIII).

Indépendamment de l'espace dangereux qui passe de 345 à 465 m., la précision s'accroît dans une large mesure : sur 50 coups tirés sur le mannequin découpé, on relève 50 touchés à 300 m., 45 à 500 m., et 25 encore à 1000 m. La pénétration dans le bois de sapin (sens des fibres), atteint 730 mm. à 300 mètres de distance, et 640 mm. à 500 m.

Par la réduction du calibre à 6 mm., la rasance de la trajectoire et la force de pénétration sont accrues à peu près dans la même proportion que celle observée de la première à la seconde période de perfectionnement des armes. En revanche, la précision du tir n'augmente pas sensiblement.

Avec une balle de 9 gr., et une vitesse initiale de 800 m., l'espace dangereux pour l'homme debout est porté à 660 m., et la pénétration dans le bois de sapin (sens des fibres), est de 1290 mm. à la distance de 300 m., et de 790 mm. à 500 mètres.

En dépit des progrès balistiques qu'elles réalisent, les armes d'infanterie du calibre de 6 mm., et au-dessous, ne sont pas jugées pratiquement utiles et appropriées à leur but, parce que les blessures qu'elles produisent sont en général trop peu graves pour mettre leur homme hors de combat. Ou bien, relativement vite guéri, il redevient trop tôt un combattant.

Les tacticiens sont, en outre, d'avis que dans la pratique, c'est-à-dire lorsque les armes de très petit calibre seront entre les mains de la troupe, le nombre des touchés ne dépassera

pas sensiblement celui que l'on obtient aujourd'hui avec les armes à trajectoire moins tendue des calibres de 8 à 7,5 millimètres, parce qu'une mauvaise estimation des distances et des hausses mal placées deviennent des causes d'écartes considérables, aussitôt que l'on augmente la rasance de la trajectoire.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les projectiles tirés dans la terre glaise y exercent une pression hydrodynamique assez semblable à celle que l'on observe dans les parties molles des corps vivants.

Si, donc, l'on compare entre eux les canaux de pénétration produits dans l'argile tendre, d'un côté par les armes du groupe de la troisième époque de perfectionnement — calibre de 7,5 mm., projectiles du poids de 14 gr., vitesse initiale ( $V_{25}$ ) de 600 m. — et de l'autre côté, par les armes du groupe de la quatrième et dernière époque — calibre de 6 mm., projectile du poids de 9 gr., vitesse initiale ( $V_{25}$ ) de 800 m. — on aura une idée assez exacte de la gravité comparative des blessures causées par les projectiles de ces deux catégories d'armes.

Le tableau suivant fournit les éléments de cette comparaison :

Dis-tance mètr.	Balles du calibre de 7,5 mm.						Balles du calibre de 6 mm.					
	I Balles à chemise d'acier complètes		II Balle système Dum-Dum		III Balle d'ordonnance suisse		I Balle à chemise d'acier complète		II Balle système Dum-Dum		III Balle massive en cuivre	
	Diam. maximum du canal	Longueur du canal	Diam. maximum du canal	Longueur du canal	Diam. maximum du canal	Longueur du canal	Diam. maximum du canal	Longueur du canal	Diam. maximum du canal	Longueur du canal	Diam. maximum du canal	Longueur du canal
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
10	105		190	450	150	315	180	280	225	310	80	705
300	80	220	125	400	80	300	65	585	130	315	75	490
500	30	940	50	680	75	490	55	483	45	1140	50	550

Ainsi qu'on peut s'en convaincre par ces chiffres, de même que par les reproductions photographiques des canaux de pénétration dans l'argile, les armes à projectiles système Dum-

Dum, des deux calibres, exercent aux courtes distances, — c'est-à dire jusqu'au moment où, la vitesse moyenne de projection diminuant, la force de percussion n'est plus suffisante pour provoquer la déformation de la balle, — des ravages beaucoup plus considérables que les armes à projectiles entièrement cuirassés.

Le tableau ci-dessus montre également que les armes du calibre de 6 mm. occasionnent, avec des projectiles Dum-Dum, des blessures beaucoup plus sérieuses que les armes du calibre de 7,5 mm. avec des projectiles à chemise d'acier complète.

La conclusion qui s'impose est celle-ci : l'importance de la pression hydrodynamique, et par suite, la gravité des blessures, dépendent moins du calibre de l'arme que de la force vive du projectile, au moment où il frappe le but, et de son mode de construction.

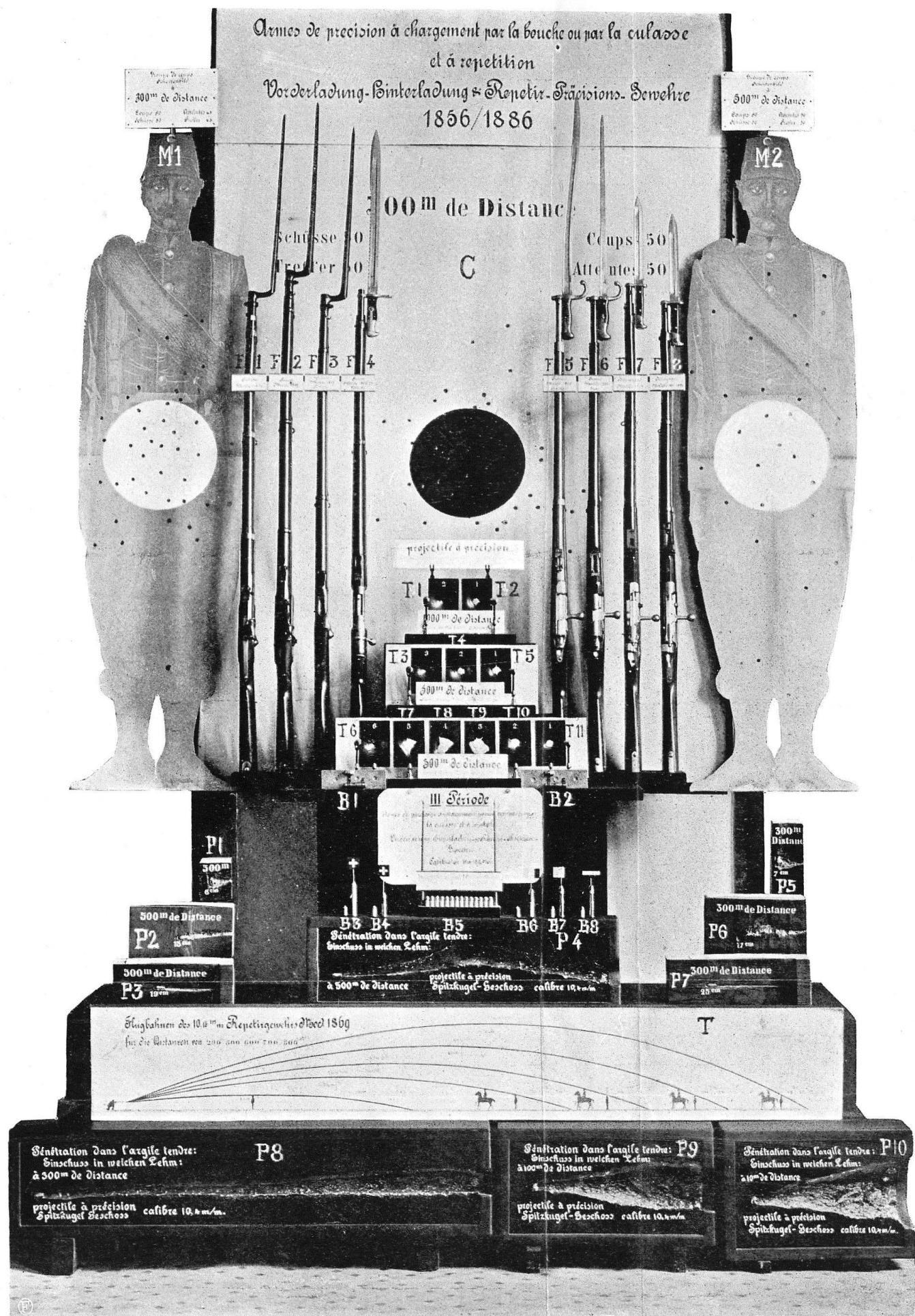
### Légende des planches.

#### TABLEAU C. — PLANCHE XXXVII.

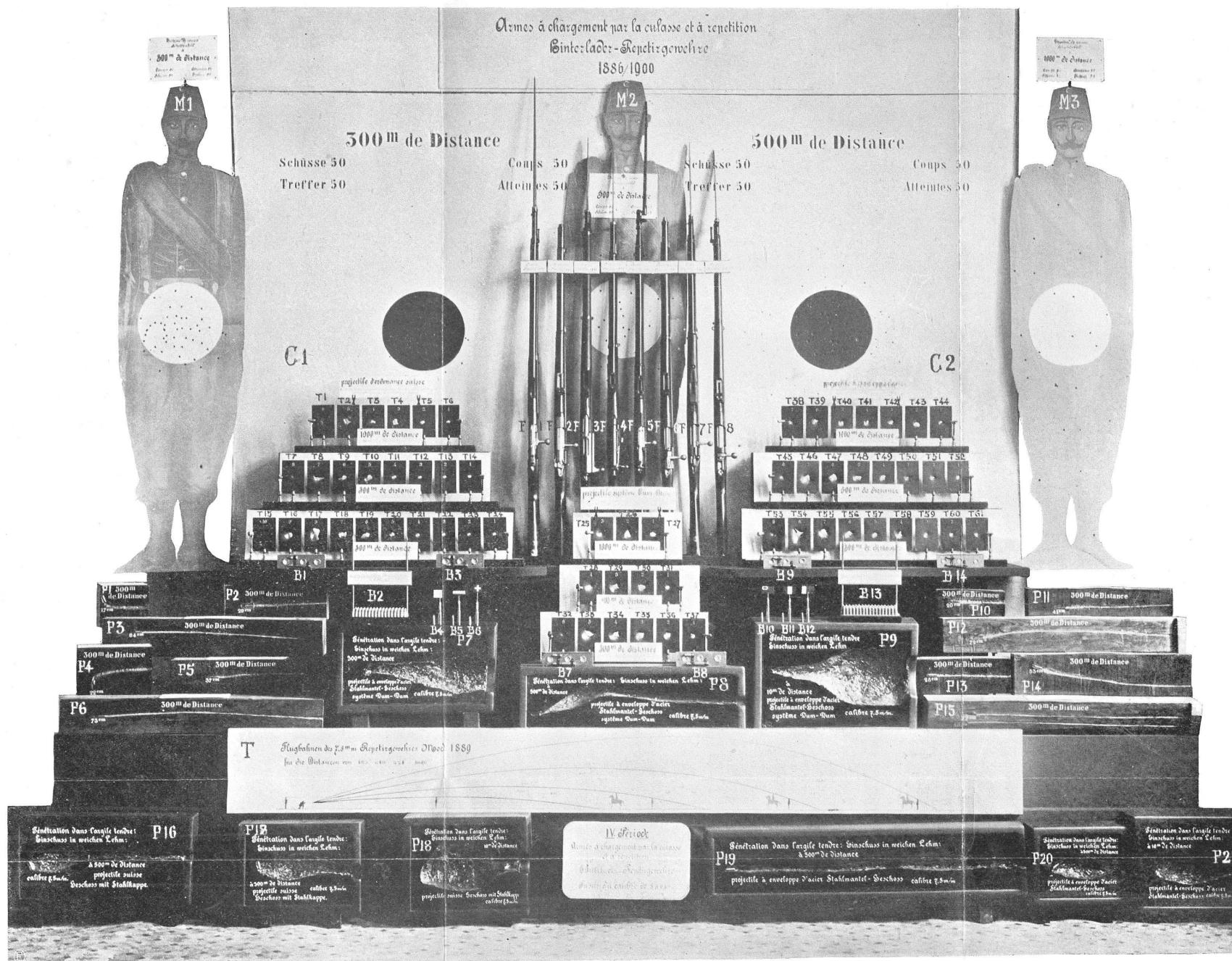
TROISIÈME PÉRIODE (1856-1886). *Armes de précision à chargement par la bouche ou par la culasse et à répétition.*

- F1. . . Fusil suisse, modèle 1856 (fusil de chasseurs) ; longueur, sans bayonnette : 1320 mm. ; poids : 4230 gr. ; calibre : 10.5 mm. ; 4 rayures de 0.225 mm. de profondeur ; pas de 810 mm. ; hausse à cadran. Platine ordinaire à chainette ; détente simple ; bayonnette d'estoc.
- F2. . . Fusil suisse, modèle 1867 (fusil transformé sur le clapet Amsler).
- F3. . . Fusil suisse, modèle 1867 (Peabody) ; longueur du fusil, sans bayonnette : 1320 mm. ; poids, sans bayonnette : 4045 gr. ; calibre : 10.4 mm. ; 3 rayures profondes de 0.2 mm. ; pas de 720 mm. ; diamètre du projectile : 10.8 mm. ; longueur : 26 mm. ; poids : 20.4 gr. ; charge de poudre : 3.75 gr. ; poids de la cartouche : 30.6 gr.
- F4. . . Fusil suisse, modèle 1869/71 (Vetterli). Vitesse du tir : 70 coups visés tirés en 5 minutes ; 4 rayures concentriques profondes de 0.25 mm., larges de 4.3 mm. ; pas de 660 mm. (2°41') ; longueur du fusil, sans bayonnette : 1300 mm. et avec bayonnette : 1780 mm. ; poids du fusil à vide, sans bayonnette : 4600 gr. ; avec bayonnette : 4900 gr. ; id. avec magasin chargé : 4900 gr. ; poids de la bayonnette : 300 gr. ; calibre sur les pleins de 10.4 mm. ; id. au fond des rayures : 10.9 mm. ; graduation extrême de la hausse : 1000 m. ; fermeture à verrou.

## Tableau C.

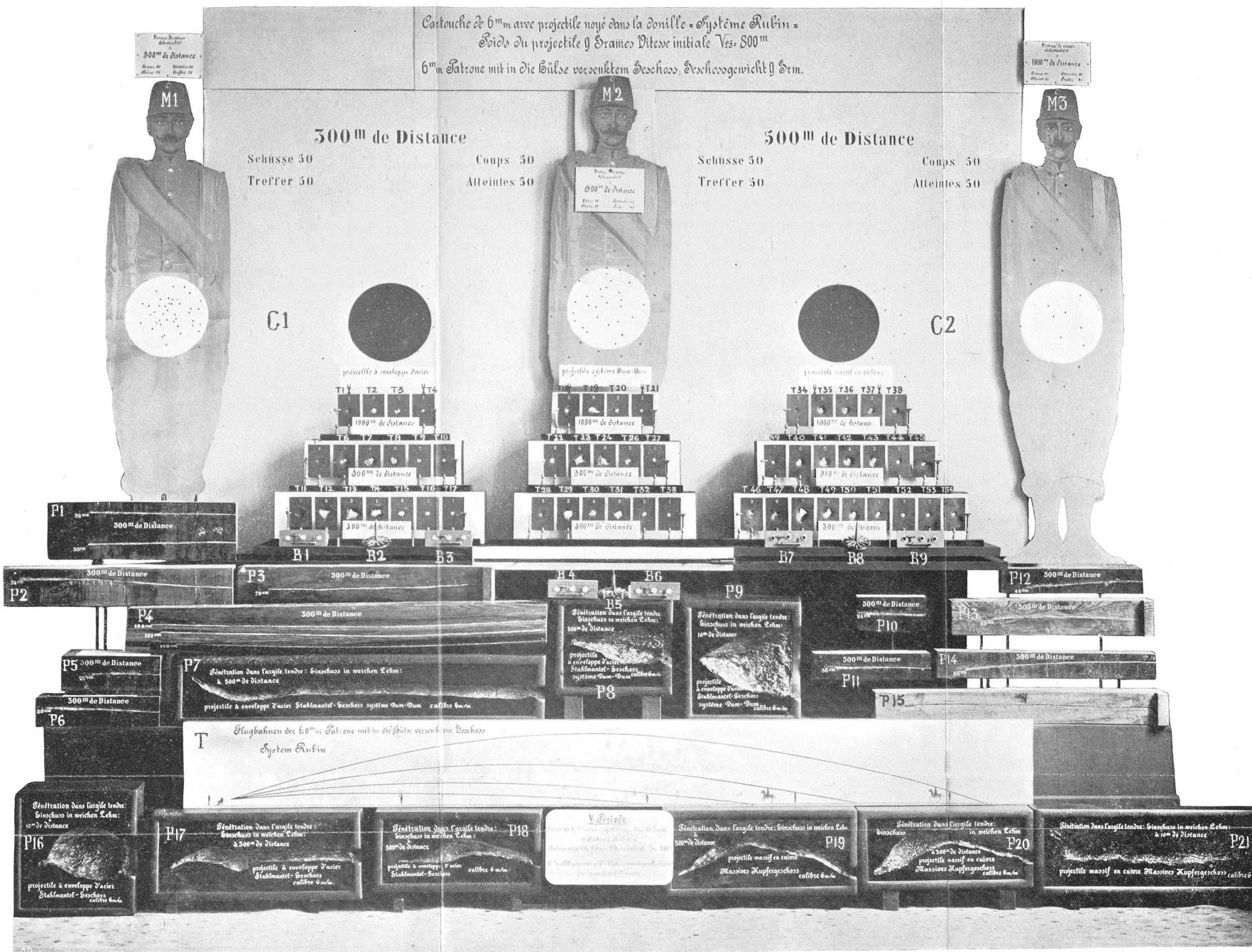


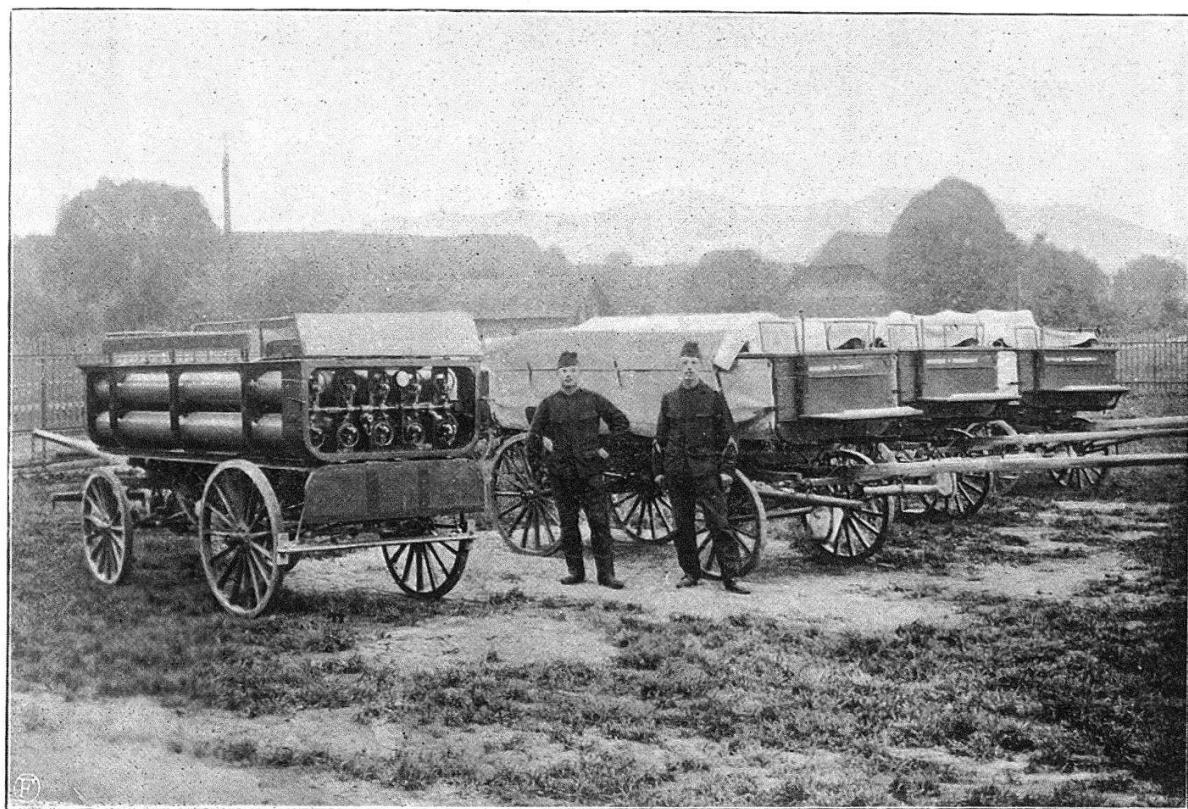
### Tableau D.



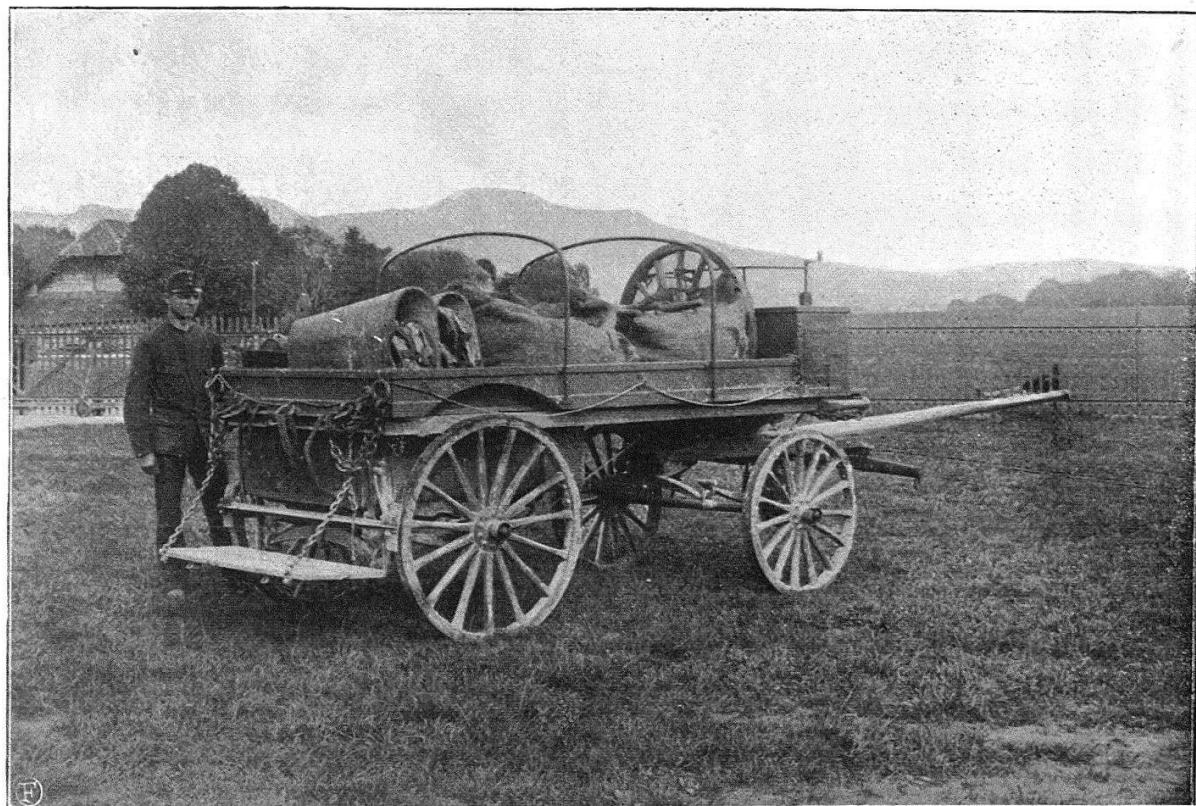
#### Armes de la IV<sup>e</sup> période (1886-1900).

Tableau E.





*Fig. 1. — Voitures-tubes de la compagnie d'aérostiers.*



*Fig. 2. — Fourgon de la compagnie d'aérostiers.*

- F5. . . Fusil français, modèle 1866 (Chassepot); longueur, sans bayonnette : 1300 mm. ; avec sabre-bayonnette : 1880 mm. ; poids : 4090 gr. ; avec sabre-bayonnette : 4745 gr. ; calibre : 11 mm. sur les pleins ; 11.6 mm. au fond des rayures : 4 rayures de 4.3 mm. de largeur, concentriques ; pas de 550 mm. ; graduation extrême de la hausse : 1600 m. Vitesse initiale à 25 m. : 403 m.
- F6. . . Fusil français, modèle 1874 (Gras) ; longueur, sans bayonnette : 1300 mm. ; avec bayonnette : 1830 mm. ; poids, sans bayonnette : 4200 gr. ; avec bayonnette : 4760 gr. ; calibre sur les pleins : 11 mm. ; id. au fond des rayures : 11.5 mm. ; 4 rayures concentriques profondes de 0.25 mm. ; larges de 4.3 mm. ; à angles arrondis, sens de droite à gauche ; pas de 550 mm. ( $3^{\circ}36'$ ) ; graduation extrême de la hausse : 1800 m. ; fermeture à verrou.
- F7. . . Fusil allemand, modèle 1871 (Mauser) ; longueur, sans bayonnette : 1345 mm. ; poids, sans bayonnette : 4470 gr. ; calibre sur les pleins : 11 mm. ; id. au fond des rayures : 11.6 mm. ; 4 rayures concentriques, profondes de 0.2 mm. ; larges de 4.5 mm. ; pas de 550 mm. ( $3^{\circ}36'$ ) à droite ; sabre-bayonnette long de 470 mm. et pesant 710 gr. ; graduation extrême de la hausse : 1600 m. ; fermeture à verrou.
- F8. . . Fusil allemand, modèle 1871/84 (fusil Mauser à répétition).
- G. . . Cible de 1m80 sur 1m40, avec 50 coups touchés tirés à la distance de 300 m.
- M1, M2. Mannequins découpés : M1, avec 43 coups touchés sur 50 tirés à la distance de 300 m.  
M2, avec 30 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 500 m.
- B1 — B8. Balles et cartouches des armes de cette période ; B1, trois empreintes produites dans une plaque de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, par le projectile de la cartouche B3 tiré à la distance de 3 m.  
B2, empreinte produite dans une plaque de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, par le projectile de la cartouche B4 tiré à la distance de 3 m.  
B3, cartouche et projectile du fusil suisse à chargement par la bouche, du calibre 10.4 mm., modèle 1856.  
B4, cartouche métallique et projectile du fusil suisse, modèle 1869, du calibre 10.4 mm.  
B5, représentation de la vitesse du tir du fusil suisse, modèle 1869, figurée par 70 balles (70 coups visés en 5 minutes).  
B6, cartouche Chassepot, modèle 1866, du calibre de 11 mm.  
B7, cartouche métallique Chassepot, modèle 1874, du calibre de 11 mm.  
B8, cartouche métallique allemande, modèle 1871, du calibre de 11 mm.

T1—T11. Feuilles de tôle d'acier de 1 mm. d'épaisseur placées les unes derrière les autres à 30 mm. d'intervalle perforées par les projectiles.

T1—T2 : Deux feuilles perforées par une balle de Vetterli de 10.4 mm. de diamètre, à la distance de 1000 m. ; T2, première feuille perforée ; T1, seconde feuille perforée.

T3—T5 : Deux feuilles perforées par une balle de Vetterli de 10.4 mm., à la distance de 500 m. ; T5, première feuille perforée ; T4, seconde feuille perforée ; T3, troisième feuille.

T6—T11 : Cinq feuilles perforées par une balle de Vetterli de 10.4 mm., à la distance de 300 m. ; T11, première feuille perforée ; T10, seconde feuille perforée ; T9, troisième feuille perforée ; T8, quatrième feuille perforée T7, cinquième feuille perforée ; T6, sixième feuille.

P1—P10. Pénétration du projectile à précision de 10.4 mm. de diamètre : P3, P2, P6, P7, dans le sapin ; P3, P7, dans le sens des fibres, à 300 m. : 250 mm. ; P3, à 500 m. : 490 mm. ; P2, P6, perpendiculairement aux fibres : P6, à 300 m. : 170 mm. ; P2, à 500 m. : 130 mm.

P4, P5, dans le hêtre ; P5, à 300 m. : 70 mm. ; P4, à 500 m. : 60 mm.

P4, P8, P9, P10, dans l'argile tendre ; P10, à la distance de 10 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 140 mm. ; diamètre maximum du canal : 140 mm. ; longueur du canal : 360 mm. — P9, à la distance de 100 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 90 mm. ; diamètre maximum du canal : 100 mm. ; longueur du canal : 410 mm. — P8, à la distance de 300 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 50 mm. ; diamètre maximum du canal : 60 mm. ; longueur du canal : 1040 mm. — P4, à la distance de 500 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 40 mm. ; diamètre maximum du canal : 50 mm. ; longueur du canal : 670 mm.

Tr. . . . Trajectoires du fusil suisse à répétition, modèle 1869 (Vetterli), du calibre 10.4 mm., aux distances de 290 m., 500 m., 600 m., et 800 m. Hauteur du but : 1<sup>m</sup>8 ; ligne de mire : 0.6.

#### TABLEAU D. — PLANCHE XXXVIII.

QUATRIÈME PÉRIODE (1886-1900). *Armes à chargement par la culasse et à répétition ; du calibre de 8 à 65 mm.*

F1. . . . Fusil français, modèle 1886, dû à plusieurs officiers et techniciens français (Bonnet, Clause, Vieille, Lebel). Longueur, sans l'arme blanche : 1310 mm. ; poids (magasin vide) : 4200 gr. ; calibre : 8 mm. ; 4 rayures concentriques profondes de 0.45 mm. ; larges de 4.2 mm. ; pas de 240 mm. ; direction à gauche ; but en blanc : 250 m. ; graduation extrême : 2000 m. ; obturation à cylindre ; longueur de la baïonnette (épée) : 518 mm. ; cartouche longue de 75 mm., pesant 29 gr. ; charge : 2.7 gr. ; pro-

jectile en plomb durci, à manteau long de 131 mm., et pesant 14 gr.; vitesse initiale à 25 m.: 610 m.; portée maximum: 3200 m.

- F2. . . . Fusil allemand, modèle 1888; longueur sans l'arme blanche: 1245 mm.; poids: 4000 gr.; calibre: 8 mm.; 4 rayures concentriques, profondes de 0.12 mm.; pas de 240 mm.; direction à droite; hausse à planche; 4 crans de mire; but en blanc: 250 m.; graduation extrême: 2050 m.; obturation à cylindre; longueur de la bayonnette-poignard: 205 mm.; cartouche longue de 82.5 mm., et pesant 27.5 gr.; charge: 2.5 gr. de poudre en lamelles; projectile en plomb durci, long de 32 mm., et pesant 14.5 gr.; pression des gaz: 3200 atmosphères; vitesse initiale à 25 m.: 620 m.; portée extrême: 3800 m.
- F3. . . . Fusil suisse à répétition, modèle 1889; longueur de l'arme, sans bayonnette: 1302; poids, magasin vide: 4650 gr.; calibre: 7.5 mm.; 3 rayures concentriques, profondes de 0.1 mm., larges de 3.8 mm.; pas de 270 mm.; direction à droite; hausse à cadran: un cran de mire; but en blanc: 300 m.; graduation extrême: 2000 m.; obturation à cylindre; longueur de la bayonnette-poignard: 298 mm.; cartouche longue de 77.5 mm., et pesant 27.5 gr.; charge: 2 gr. de poudre en grains; projectile en plomb durci, à calotte d'acier, long de 28.7 mm., de 8.45 mm. de diamètre, et pesant 13.7 gr.; pression des gaz: 2600 atmosphères; vitesse initiale à la sortie de l'arme: 605 m., et à 25 m.: 580 m.; espace dangereux: 454 m.; vitesse normale du tir: 100 coups visés tirés en 5 minutes.
- F4. . . . Fusil anglais, modèle 1889 (Lee-Metford); longueur, sans le poignard: 1250 mm.; poids, magasin vide: 4100 gr.; calibre: 7.7 mm.; 6 rayures arquées, profondes de 0.14 mm., larges de 2.5 mm.; pas de 254 mm.; direction à gauche; hausse à planche et latéralé; but en blanc: 300 yards; graduation extrême: 3500 yards; obturation à cylindre; poignard long de 310 mm.; projectile en plomb durci, à manteau d'acier pesant 14 gr.; pression des gaz: 2520 atmosphères; vitesse initiale: 625 m.
- F5. . . . Fusil russe, modèle 1891.
- F6. . . . Fusil belge, modèle 1891.
- F7. . . . Fusil italien, modèle 1894.
- F8. . . . Fusil autrichien, modèle 1895.
- C1—C2. . . Cibles de 1<sup>m</sup>80 sur 1<sup>m</sup>40; C1: avec 50 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 300 m.; C2: avec 50 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 500 m.
- M1—M3. . . Mannequins découpés: M1 avec 50 touchés sur 50 coups tirés à 300 m.; M2, avec 45 touchés sur 50 coups tirés à 500 m.; M3, avec 25 touchés sur 50 coups tirés à 1000 m.

B1 — B14. Balles et cartouches des armes de cette période ; B1, B3, trois empreintes produites dans une plaque de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, par le projectile *à calotte d'acier* de la cartouche suisse, modèle 1890, tiré à la distance de 3 m.

B2, B13 : 100 balles représentant la vitesse de tir du fusil suisse à répétition, modèle 1889, (100 coups visés tirés en 5 minutes).

B4, cartouche métallique française, modèle 1866, du calibre de 8 mm.

B5, cartouche métallique allemande, modèle 1888, du calibre de 8 mm.

B6, cartouche métallique suisse, modèle 1890, du calibre de 7.5 mm.

B7 — B8, trois empreintes produites dans une plaque de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, par des projectiles système Dum-Dum, tirés au moyen de la cartouche suisse, modèle 1890, à 3 m. de distance.

B9 — B14, trois empreintes produites dans une plaque de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, par des projectiles à cuirasse d'acier tirés au moyen de la cartouche suisse, modèle 1890, à la distance de 3 m.

B10, cartouche métallique anglaise, modèle 1889, du calibre de 7.5 mm.

B11, cartouche métallique roumaine, modèle 1894, du calibre de 6.5 mm.

B12, cartouche métallique italienne, modèle 1894, du calibre de 6.5 mm.

T1 — T61. Feuilles de tôle d'acier de 1 mm. d'épaisseur placées à 30 mm. d'intervalle les unes derrière les autres, perforées par les projectiles.

T1 — T24. : Feuilles de tôle d'acier perforées par la balle suisse d'ordonnance, modèle 1889, du calibre de 7.5 mm.

T15 — T24. : à la distance de 300 m. : 9 feuilles perforées ; T24, première feuille perforée ; T23, deuxième feuille, et ainsi de suite jusqu'à T15.

T7 — T14. : à la distance de 500 m. : 7 feuilles perforées ; T14, première feuille perforée ; T13, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T16 ; dernière feuille non perforée.

T1 — T6. : à la distance de 1000 m. : 5 feuilles perforées ; T6, première feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T1 ; dernière feuille non perforée.

T38 — T61. Feuilles de tôle d'acier perforées par les projectiles à enveloppe d'acier de 7.5 mm. de diamètre :

T53 — T61. : à la distance de 300 m. : 8 feuilles perforées : T61, première feuille perforée ; T60, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T54 : dernière feuille non perforée.

T 45 — T 52 : à la distance de 500 m. : 7 feuilles perforées : T 52, première feuille perforée ; T 51, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T 46 ; dernière feuille non perforée.

T 38 — T 44 : à la distance de 1000 m. : 6 feuilles perforées : T 44, première feuille perforée ; T 43, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T 39 ; dernière feuille non perforée.

P1 — P21. Pénétration des projectiles : P6, P5, P3, P2, P1, P12, P14, P15, dans le bois de sapin ; P6, P3, P15, P12, sens des fibres ; P6, P15, à 300 m. de distance ; P6, balle suisse d'ordonnance : 730 mm. ; P15, projectile à enveloppe d'acier : 800 mm. ; P3, P12, à 500 m. de distance ; P3, balle suisse d'ordonnance : 640 mm. ; P12, projectile à enveloppe d'acier : 720 mm. ; P5, P2, P11, P14, perpendiculairement aux fibres : P5, P14, à 300 m. de distance ; P5, balle suisse d'ordonnance : 370 mm. ; P14, projectile à enveloppe d'acier : 530 mm. ; P2, P11, à 500 m. de distance ; P2, balle suisse d'ordonnance : 290 mm. ; P11, projectile à enveloppe d'acier : 410 mm.

P1, P4, P10, P13, dans le bois de hêtre, perpendiculairement aux fibres : P4, P13, à 300 m. de distance ; P4, balle suisse d'ordonnance : 220 mm. ; P13, projectile à enveloppe d'acier : 280 mm. ; P1, P10, à 500 m. de distance ; P1, balle suisse d'ordonnance : 170 mm. ; P10, projectile à enveloppe d'acier : 200 mm.

P7, P8, P9, P16, P17, P18, P19, P20, P21, dans l'argile tendre : P18, P9, P21, à 10 m. de distance ; P18, balle suisse d'ordonnance de 7.5 mm. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 45 mm. ; diamètre maximum du canal : 150 mm. ; longueur du canal : 315 mm. ; P9, balle système Dum-Dum de 7.5 mm. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 115 mm. ; diamètre maximum du canal : 190 mm. ; longueur du canal : 450 mm. ; P21, balle à enveloppe d'acier ; diamètre de l'orifice d'entrée : 22 mm. ; diamètre maximum du canal : 105 mm. ; longueur du canal : 270 mm. ; P17, P7, P20, à 300 m. de distance : P17 balle suisse d'ordonnance ; diamètre de l'orifice d'entrée : 30 mm. ; diamètre maximum du canal : 80 mm. ; longueur du canal : 300 mm. ; P7, balle système Dum-Dum ; diamètre de l'orifice d'entrée : 90 mm. ; diamètre maximum du canal : 125 mm. ; longueur du canal : 400 mm. ; P20, balle à enveloppe d'acier ; diamètre de l'orifice d'entrée : 20 mm. ; diamètre maximum du canal : 80 mm. ; longueur du canal : 220 mm. ; P16, P8, P19, à 500 m. de distance ; P16, balle suisse d'ordonnance ; diamètre de l'orifice d'entrée : 15 mm. ; diamètre maximum du canal : 75 mm. ; longueur du canal : 390 mm. ;

P8, balle système Dum-Dum ; diamètre de l'orifice d'entrée : 12 mm. ; diamètre maximum du canal : 50 mm. ;

longueur du canal : 680 mm. ; P49, balle à enveloppe d'acier ; diamètre de l'orifice d'entrée : 20 mm. ; diamètre maximum du canal : 30 mm. ; longueur du canal : 940 mm.

Tr. . . . Trajectoires du fusil suisse à répétition, modèle 1889 ; calibre ; 7.5, aux distances de 465 m., 640 m., 824 m., 1016 m. ; hauteur du but : 4<sup>m</sup>80 ; ligne de mire : 0<sup>m</sup>6.

TABLEAU E. — PLANCHE XXXIX.

QUATRIÈME PÉRIODE. *Cartouche de 6 mm. avec projectile de 9 gr. noyé dans la douille, système Rubin. Vitesse initiale à 25 m. : 800 m.*

C1 = C2. . . Cibles de 4<sup>m</sup>80 sur 4<sup>m</sup>40 : C1, avec 50 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 300 m. ; C2, avec 50 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 500 m.

M1—M3. . . Mannequins découpés : M1, avec 50 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 300 m.

M2, avec 47 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 500 m.

M3, avec 30 touchés sur 50 coups tirés à la distance de 1000 m.

B1 — B9. . . Balles et cartouches du calibre 7.5 mm. : B1 — B3, plaques de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, montrant trois empreintes produites par des balles (à cuirasse d'acier) tirées à une distance de 3 m. avec un fusil de 6 mm.

B2, cartouche de 6 mm. avec balle à cuirasse d'acier.

B4 — B6, plaques de fer forgé de 14 mm. d'épaisseur, montrant trois empreintes produites par des balles système Dum-Dum tirées à 3 m. de distance avec un fusil de 6 mm.

B5, Cartouche de 6 mm. avec balle système Dum-Dum.

B7, B9, plaques de fer forgé de 4 mm. d'épaisseur, montrant trois empreintes produites par des balles massives en cuivre tirées à 3 m. de distance avec un fusil de 6 mm.

B8, cartouche de 6 mm. avec balle massive en cuivre.

T1 — T54. Feuilles de tôle d'acier de 1 mm. d'épaisseur placées à 30 mm. d'intervalle les unes derrière les autres et perforées par les projectiles :

T1 — T17, feuilles perforées par le projectile à enveloppe d'acier : T11 — T17, à la distance de 300 m., 6 feuilles perforées ; T17, première feuille perforée ; T16, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T12 ; T11, dernière feuille non perforée ; T5 — 10, à la distance de 500 m., 5 feuilles perforées ; T10, première feuille perforée ; T9, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T6 ; T5, dernière feuille non perforée ; T4 — T1, à la distance de 1000 m., 3 feuilles perforées ; T4, première feuille perforée ; T3, deuxième

feuille perforée ; T2, troisième feuille perforée ; T1, dernière feuille non perforée.

T18—T33, feuilles perforées par le projectile système Dum-Dum : T21—T33, à la distance de 300 m., 5 feuilles perforées ; T33, première feuille perforée ; T32, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T29 ; T28, dernière feuille non perforée ; T22—T27, à la distance de 500 m., 4 feuilles perforées ; T27, première feuille perforée ; T26, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T23 ; T22, dernière feuille non perforée ; T21—T18, à la distance de 1000 m., 3 feuilles perforées ; T21, première feuille perforée ; T20, deuxième feuille perforée ; T19, troisième feuille perforée ; T18, dernière feuille non perforée.

T34—T54, feuilles perforées par le projectile massif en cuivre : T46—T54, à la distance de 300 m., 8 feuilles perforées ; T54, première feuille perforée ; T53, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T47 ; T46, dernière feuille non perforée ; T39—T45, à la distance de 500 m., 6 feuilles perforées ; T45, première feuille perforée ; T44, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T40 ; T39, dernière feuille non perforée ; T34—T38, à la distance de 1000 m., 4 feuilles perforées ; T38, première feuille perforée ; T37, deuxième feuille perforée, et ainsi de suite jusqu'à T35 ; T34, dernière feuille non perforée.

P1 — P21. Pénétration des projectiles : P1—P4, P12—P15, dans le sapin ; P3, P4, P13, P15, dans le sens des fibres ; P3, P4, balles à enveloppe d'acier ; P4, à 300 m. : 1290 mm. ; P3, à 500 m. : 790 mm. ; P13, P15, projectile massif en cuivre ; P15, à 300 m. : 870 mm. ; P13, à 500 m. : 580 mm. ; P1, P2, P12, P4, perpendiculairement aux fibres ; P1, P2, balles à enveloppe d'acier ; P2, à 300 m. : 740 mm. ; P1, à 500 m. : 530 mm. ; P12, P14, projectile massif en cuivre ; P14, à 300 m. : 680 mm. ; P12, à 500 m. : 440 mm.

P5, P6, P10, P11, dans le hêtre, perpendiculairement aux fibres ; P5, P6, balle à enveloppe d'acier ; P6, à 300 m. : 390 mm. ; P5, à 500 m. : 250 mm. ; P10, P11, projectile massif en cuivre ; P11, à 300 m. : 360 mm. ; P10, à 500 m. : 240 mm.

P5, P7, P9, P16—P21, dans l'argile tendre ; P16—P18, balle à enveloppe d'acier ; P16, à 10 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 110 mm. ; diamètre maximum du canal : 180 mm. ; longueur du canal : 280 mm. ; P17, à 300 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 25 mm. ; diamètre maximum du canal : 65 mm. ; longueur du canal : 585 mm. ; P18, à 500 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 25 mm. ; diamètre maximum du canal : 55 mm. ; longueur du canal : 433 mm. ; P5, P7, P9, balle système Dum-Dum ;

P9, à 10 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 225 mm. ; diamètre maximum du canal : 225 mm. ; longueur du canal : 310 mm. ; P5, à 300 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 115 mm. ; diamètre maximum du canal : 430 mm. ; longueur du canal : 315 mm. ; P7, à 500 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 30 mm. ; diamètre maximum du canal : 45 mm. ; longueur du canal : 1140 mm. ; P19—P21, projectile massif en cuivre ; P21, à 10 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 40 mm. ; diamètre maximum du canal : 80 mm. ; longueur du canal : 705 mm. ; P20, à 300 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 20 mm. ; diamètre maximum du canal : 75 mm. ; longueur du canal : 490 mm. ; P19, à 500 m. ; diamètre de l'orifice d'entrée : 20 mm. ; diamètre maximum du canal : 50 mm. ; longueur du canal : 550 mm.

Tr. . . . Trajectoires du projectile de 6 mm. noyé dans la douille.