

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 43 (1898)  
**Heft:** 5

**Artikel:** La pénétration du fusil  
**Autor:** E.M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-337498>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

## LA PÉNÉTRATION DU FUSIL

---

Le capitaine d'artillerie italien Antonino Cascino, professeur d'armes et de tir à l'École militaire de Modène, a publié, à la fin de 1897, un ouvrage très complet sur la pénétration des projectiles des armes à feu portatives<sup>1</sup>. L'auteur y traite d'une façon détaillée l'effet et la force de pénétration des balles dans divers objectifs, contre des buts animés et inanimés, et examine également l'action mécanique des projectiles.

Dans son avant-propos, l'auteur indique que la réduction du calibre des armes à feu portatives modernes a beaucoup augmenté la pénétration, et cela pour les raisons suivantes :

1° On a augmenté la force vive restante par rapport à l'unité carrée de section droite ;

2° On a adopté une chemise métallique qui atténue la déformation du projectile au moment du choc ;

3° On a obtenu une trajectoire plus tendue, de telle façon que le projectile atteigne les objectifs verticaux dans une direction plus proche de la normale, d'où il résulte que la composante de la vitesse restante avec la surface à battre se trouve augmentée ;

4° On a augmenté la vitesse de rotation du projectile qui vaincra ainsi plus facilement la résistance qu'opposent les corps à la pénétration.

« L'augmentation de la pénétration ne doit cependant pas, dit le capitaine Cascino, être le but final du progrès des armes à feu portatives, attendu que l'effet principal du feu est de mettre immédiatement l'ennemi hors de combat ou du moins de le placer dans l'impossibilité d'attaquer ou de se défendre ;

<sup>1</sup> *Armi da fuoco portatili; la penetrazione*, par le capitaine d'artillerie A. CASCINO. — Rome, Voghera, 1897, in-8°, 203 p. ; 2 fr. 50.

aussi, les projectiles de toutes les armes à feu — à la limite de la distance du tir utile — ont-ils toujours satisfait à ces conditions. Les progrès réalisés dans les armes à feu portatives ont eu principalement en vue : l'augmentation de la précision du tir, — afin d'être sûr d'atteindre le but ; — l'augmentation de la tension de la trajectoire, — pour diminuer l'importance de l'estimation des distances ; — l'augmentation de l'approvisionnement en munitions du fantassin, — de manière à satisfaire à la grande consommation de cartouches, due à l'adoption, pour les armes à feu, du chargement par la culasse et de la répétition. Les perfectionnements qu'on avait en vue ont amené une réduction du calibre et, en même temps, une augmentation de la pénétration. Il en résulte des avantages indiscutables dans les tirs contre des buts inanimés, — murs, blindages, parapets, palissades, etc., — on n'en peut dire autant de l'effet contre les buts animés. »

La balle de petit calibre blessera un ennemi, elle ne sera pas toujours capable de l'arrêter dans sa marche et de le mettre hors d'état de combattre. En outre, les lésions qu'elle cause sont moins graves, les orifices des plaies sont moins larges, ils se referment et guérissent plus facilement ; la balle se déformant moins, les blessures internes sont moins importantes ; la balle traversant l'homme de part en part, ne causera pas de complications par sa présence dans l'organisme. Ces raisons et d'autres encore ont fait donner aux balles actuelles le caractère *humanitaire* dont parle Bruns et d'autres auteurs.

On ne saurait cependant impunément descendre au-dessous d'un certain calibre et, de l'avis du capitaine Cascino, on doit s'en tenir au calibre actuel (6<sup>mm</sup>5).

L'effet du tir contre les buts animés est traité par l'auteur d'une façon très détaillée. Il cite dans le chapitre I de son ouvrage, les expériences et les conclusions qu'en ont tirées des médecins tels que Koller, Habart, Schjerning, Demosthen, Kocher, Bircher, Imbriaco, Petti, pour ne nommer que les principaux. Nous n'entrerons pas dans ce sujet spécial et ne parlerons pas non plus de l'étude, très intéressante d'ailleurs, du capitaine Cascino sur l'action mécanique des projectiles et sur leurs effets de percussion, de rotation, de vibration et de chaleur développée, qui font l'objet d'un chapitre assez étendu.

Nous désirons au contraire attirer l'attention sur les tirs contre les buts inanimés et donner quelques renseignements inédits sur la pénétration de différents calibres, en particulier sur le fusil Carcano-Männlicher, modèle 1891, dont l'infanterie italienne est tout entière armée depuis quelque temps.

On trouve dans l'ouvrage du capitaine Cascino un tableau de diverses données balistiques et de construction des fusils actuellement en service dans la plupart des Etats européens. Bien que tous les chiffres qu'il contient ne se rapportent pas directement à notre sujet, nous croyons cependant utile de le reproduire ; ils serviront à d'autres recherches et offriront tout au moins des points de comparaison. (*Voir pages 280-281.*)

## PÉNÉTRATION DANS LES TERRES.

*Terre végétale ordinaire rapportée et légèrement damée.*

DISTANCES	MOUILLÉE		SÈCHE		HUMIDE
	10.35	6.5	10.35	6.5	8
m.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Petite (infér. à 500 m.) . . .	70	125	45	80	60
1000 . . . . .	50	90	30	55	45
1500 . . . . .	35	70	25	45	35
1800 . . . . .	25	—	20	—	—
2000 . . . . .	—	60	—	20	20

De l'examen de ce tableau, il ressort que la pénétration atteint son maximum lorsque la terre est mouillée, elle diminue si elle est sèche, elle est réduite au minimum si elle est simplement humide ; un parapet de 1 mètre d'épaisseur de terre humide suffira pour arrêter les balles de 8 mm. ; il devra mesurer 1<sup>m</sup>50 pour la terre mouillée, et 1<sup>m</sup>10 pour la terre sèche.

Il en résulte que l'épaisseur du parapet à donner aux tranchées-abris, telle qu'elle est indiquée dans les règlements en vigueur, est peut-être suffisante pour arrêter les balles de 8 mm., mais qu'elle n'arrêterait pas les projectiles de 6<sup>mm</sup>5. Aussi avons-nous vu avec satisfaction que les nouveaux profils de tranchées-abris suisses, adoptés en principe en 1897, tiennent compte de la pénétration du petit calibre ; ces profils présentent une épaisseur de 2 m., à la base du parapet, dans le profil n° 1, de plus faible épaisseur.

A titre de comparaison, ajoutons que, d'après l'*Aide-mémoire français de l'officier d'état-major en campagne*, la pénétration du Lebel dans la terre rapportée et rassise est de 0<sup>m</sup>60 à 100 m.,

0<sup>m</sup>52 à 500 m., 0<sup>m</sup>37 à 1000 m., 0<sup>m</sup>16 à 2000 m. Ces chiffres concordent aux résultats trouvés en Suisse pour le fusil modèle 1889, dont la pénétration est cependant un peu plus forte.

*Terre argileuse ou calcaire non damée.*

Calibre	10,35	pénétration cm.	60
»	8,0	»	» 70
»	6,5	»	» 90

Pour les projectiles de 6,5 il faudra donc aussi une épaisseur de parapet de 1<sup>m</sup>50.

D'après des expériences faites en France en 1888, la pénétration est plus grande dans la terre naturelle que dans la terre rapportée. Dans cette dernière, la balle dévie plus facilement de sa direction primitive et décrit une marche sinueuse.

*Terre sablonneuse et sable pur.*

DISTANCE	TERRE SABLONNEUSE légèrement damée				SABLE PUR légèrement damé				OBSERVATIONS
	mouillée		sèche		mouillé		sec		
	10.35	6.5	10.35	6.5	10.35	6.5	10.35	6.5	
	m.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	
Petite	60	70	45	60	50	60	45	50	La pénétration du calibre de 8 tient le milieu entre celle du 10.35 et de 6.5.
1000	40	55	35	50	40	50	35	45	
1500	35	45	25	35	35	45	30	40	
1800	30	—	20	—	25	—	20	—	
2000	—	35	—	30	—	35	—	30	

Une épaisseur de parapet de 1 mètre de terre sablonneuse et de 0<sup>m</sup>80 de sable est donc capable de retenir le projectile de 6,5.

Pour le fusil Lebel, la pénétration dans le sable est de 0<sup>m</sup>45 aux petites distances, 0<sup>m</sup>25 à 1000 mètres et 0<sup>m</sup>10 à 2000 mètres.

*Gravier.*

Les tirs dirigés contre un objectif comportant une couche de gravier commun de 0<sup>m</sup>20, maintenue entre des planches de sapin d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>25, ont donné les résultats suivants, la planche de sapin ayant été d'abord perforée :

DISTANCE	10.35	6.5	OBSERVATIONS
m.	cm.	cm.	La différence est minime en raison de la forte déformation du projectile, due à la résistance du milieu, déformation qui subsiste pour le 6.5. La pénétration du calibre de 8 est à peu près égale à celle du 6.5.
Petite	14	15	
1000	12	13	
1500	8	9	
1800	5	—	
2000	—	8	

### *Pénétration dans les bois.*

*Arbres.* — Aux petites distances, les arbres, même de gros arbres, sont traversés par les projectiles du 6,5.

Aux distances moyennes, les gros arbres ne présentent une protection suffisante que contre les ricochets des balles du petit calibre.

Aux grandes distances seulement, les arbres arrêtent les balles.

*Bois de service.* — La pénétration varie suivant l'espèce de bois ; elle dépend de la direction de la balle par rapport aux fibres : dans le sens des fibres, la pénétration est, d'après le capitaine Cascino, de  $\frac{1}{3}$  plus forte que perpendiculairement aux fibres (nous avons trouvé, en Suisse, non le  $\frac{1}{3}$ , mais le  $\frac{1}{2}$ ). Elle dépend enfin de la verdeur du bois, de son degré d'humidité et de sa structure.

Les données ci-dessous se rapportent à des bois secs, sans défauts, et à des tirs perpendiculaires aux fibres.

DISTANCE	BOIS TENDRES			BOIS DURS		
	10.35	8	6.5	10.35	8	6.5
m.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
100	55	75	110	30	40	50
500	30	40	55	15	25	30
1000	15	20	30	8	15	20
1500	8	10	15	3	5	7
1800	5	—	—	2	—	—
2000	—	5	10	—	2	5

Il est à remarquer, dit la *Revue du cercle militaire*, — qui a donné un excellent résumé de l'ouvrage du capitaine Cascino

(n° 49 de 1897) et dont nous empruntons quelques parties, — que les chiffres cités pour le 8 mm. dans le tableau précédent ne concordent nullement avec ceux qui figurent dans les documents officiels français.

Cela paraît être le cas surtout pour les petites distances ; l'*Aide-mémoire* indique en effet pour le Lebel :

Distance :	100 m.	500 m.	1000 m.	2000 m.
Sapin en grume .	0,65	0,26	0,13	0,05
Chêne . . . . .	0,60	0,27	0,16	0,08

Quoiqu'il en soit, le capitaine Cascino tire cette conclusion : que les bois ne sont plus guère utilisables comme abris contre le tir aux petites distances, parce qu'il faudrait donner aux couverts de cette nature une épaisseur invraisemblable, surtout s'il s'agit de construire des blockhaus. Il est préférable, à son avis, de leur substituer des caisses ou des récipients en bois remplis de gravier, de cailloux, de sable, etc.

#### *Pénétration dans la sciure de bois.*

La pénétration dans la sciure de bois de chêne, bien tassée dans des sacs, a été quatre fois plus forte que celle indiquée ci-dessus pour la pénétration des projectiles dans les bois durs. La sciure, utilisée seule, n'offre donc qu'une protection de peu de valeur.

#### *Pénétration dans la maçonnerie.*

Les expériences ont démontré que, en principe, les feux de salve sont seuls efficaces contre les murs en briques. Avec le fusil de 6,5, on a obtenu les effets suivants :

A 100 mètres, deux salves de 10 coups chacune ont fait crouler un mur en briques de 0<sup>m</sup>15 d'épaisseur ; 100 coups, toujours tirés par salves, ont été nécessaires pour démolir un mur de 0<sup>m</sup>30, et 200 coups pour un mur de 0<sup>m</sup>40. Le mur en briques, de 0<sup>m</sup>60 d'épaisseur, peut résister, à cette dernière distance, à des feux de salve prolongés.

A 200 mètres, il a fallu 200 coups pour ouvrir, dans un mur épais de 0<sup>m</sup>22, une brèche de 0<sup>m</sup>61 × 0<sup>m</sup>38. Si le mur a 0<sup>m</sup>35, il ne faut pas moins de 1000 balles, ou mieux de 50 feux de salve exécutés par un groupe de vingt tireurs, pour pratiquer la même brèche.

A 500 mètres, les murs en briques, ayant de 0<sup>m</sup>15 à 0<sup>m</sup>20 d'épaisseur, n'ont que fort peu souffert des projectiles dirigés contre eux et pouvaient être considérés comme des abris sérieux.

En résumé, les murs en question doivent avoir au moins 0<sup>m</sup>40 pour protéger à 200 mètres une troupe contre le tir du 8 mm., et 0<sup>m</sup>60 s'il s'agit du 6,5. On estime, en France, contrairement à l'opinion formulée par l'auteur, que les murs en briques de 0<sup>m</sup>40 d'épaisseur ne mettent pas complètement à l'abri de feux de salve, exécutés avec le Lebel, à la distance de 200 mètres.

#### *Pénétration dans l'acier.*

Dans l'acier doux, les projectiles du 8 mm. pénètrent de 7 centimètres à 100 mètres, de 5 à 200 mètres, de 4 à 300 mètres, de 3 à 500 mètres et de 2 à 600 mètres ; des expériences, faites en Angleterre, ont prouvé qu'une plaque d'acier doux de 12 mm. d'épaisseur ne peut être traversée par ces projectiles, à quelque distance que ce soit. Dans l'acier dur, les résultats obtenus sont inférieurs de moitié à ceux relevés sur les plaques d'acier doux.

Les projectiles de 6,5 ont une pénétration supérieure d'un tiers à celle des projectiles de 8 mm., et, pour arrêter les premiers, il faut une épaisseur de 16 mm. d'acier doux ou de 8 mm. d'acier dur dans les tirs aux petites distances, de 8 mm. d'acier doux ou de 4 mm. d'acier dur à 500 mètres. A 2000 mètres, la balle de 6,5 bosselle une plaque d'acier dur de 2 mm., laquelle, dans un tir prolongé, serait bientôt percée de part en part.

La balle du Lebel traverse une feuille d'acier de 7 mm. à 1000 mètres et de 3 mm. à 500 mètres.

#### *Pénétration dans le fer et la fonte.*

Les tirs ont eu lieu à la distance maxima de 150 mètres, avec le 6,5, sur des plaques de fer battu, ayant chacune 2 mm. d'épaisseur et placées à 5 centimètres l'une de l'autre. A 50 mètres, on a percé 6 plaques, à 100 mètres on en a percé 5, à 150 mètres la balle en a traversé 4 et a bosselé la cinquième.

Le 8 mm. a percé 10 mm. de fer ; on tirait à un mètre environ de l'objectif.



Dans le fer doux, la pénétration est supérieure d'un tiers à celle remarquée dans le fer forgé, battu ou laminé ; dans la fonte, la pénétration est également supérieure d'un tiers à celle notée dans le fer doux.

### *Pénétration dans la neige.*

Le capitaine Cascino cite les expériences faites en Suisse, par les officiers de Sainte-Croix, avec le Vetterli, en 1881, et avec le fusil modèle 1889, en 1895 <sup>1</sup>.

Avec le Vetterli, ils avaient trouvé qu'un mur de neige de 1<sup>m</sup>60 était une couverture à 100 mètres, de 1<sup>m</sup>40 à 400 mètres ; mais qu'à 600 mètres un mur de 0<sup>m</sup>90 d'épaisseur ne protégeait pas.

En 1895, ils arrivaient à la conclusion que, dans un parapet de neige rapportée, la pénétration du fusil modèle 1889 était de 1<sup>m</sup>70 en moyenne, et dans la neige naturelle de 1<sup>m</sup>60. Ils signalaient déjà le renversement du projectile, ainsi que son « englacement » tendant à le faire tourbillonner et à réduire ainsi fortement sa pénétration.

Les expériences françaises avec le Lebel à 50 m. donnent une pénétration moyenne de 1<sup>m</sup>75.

La balle de 6,5 se recouvre immédiatement — en raison, sans doute, de sa vitesse de rotation, — d'une épaisse couche de glace qui diminue sa pénétration. Cette couche de glace est beaucoup plus mince sur les balles du 8 mm. et du 10<sup>mm</sup>35, elle les arrête moins. La pénétration dans la neige des balles de petit calibre est donc *moins* forte que celles de gros calibre.

On a du reste toujours remarqué, dans cette sorte de tir, que le projectile finissait par se renverser, au point de présenter, dans l'obstacle, sa partie antérieure tournée du côté du tireur.

### *Pénétration aux grandes distances.*

Le capitaine Cascino déduit, des tirs exécutés, que le projectile de 6<sup>mm</sup>5 traverse à 2000 mètres les mêmes épaisseurs que le 8 mm. à 1000 mètres ; — que, à 2000 mètres, la pénétration respective des deux projectiles est comme 2,6 est à 1 ; — que, à 3000 mètres, la balle du 8 mm. n'a plus qu'un effet contondant,

<sup>1</sup> *Revue militaire suisse* 1895, p. 112.

alors que, à 4000 mètres, la balle du 6,5 met encore un homme hors de combat.

\* \* \*

En résumé, d'après les renseignements du capitaine Cascino, les abris, retranchements, etc., n'arrêteront les projectiles du fusil Carcano-Mannlicher de 6<sup>mm</sup>5 que s'ils présentent les épaisseurs suivantes, calculées en vue de tirs prolongés et effectués aux petites distances :

Terre végétale ordinaire mouillée. . . . .	1 <sup>m</sup> 50
» » sèche. . . . .	1 <sup>m</sup> 10
Terre argileuse ou calcaire. . . . .	1 <sup>m</sup> 50
Terre sablonneuse . . . . .	1 m.
Sable . . . . .	0 <sup>m</sup> 80
Caillou ou gravier entre des planches . . . . .	0 <sup>m</sup> 20
Bois tendre . . . . .	1 <sup>m</sup> 40
Bois dur . . . . .	0 <sup>m</sup> 70
Murs en briques. . . . .	0 <sup>m</sup> 60
Plaques d'acier doux ou de fer forgé. . . . .	16 mm.
Plaques d'acier dur. . . . .	8 mm.
Neige pulvérulente. . . . .	4 m.

*Et tous ces chiffres doivent être réduits d'un tiers de leur valeur, si l'on veut obtenir l'épaisseur des parapets et des abris capables de résister aux projectiles du fusil de 8 mm., toujours aux petites distances.*

L'auteur termine en affirmant que, de tous les fusils aujourd'hui en service, le fusil italien, modèle 1891, doit être indiscutablement placé le premier, et en mettant ses lecteurs étrangers en garde contre la fausse assertion que les troupes italiennes se seraient servies de cette arme à la bataille d'Adoua.

E. M.



Principales données balistiques et de construction relatives

ETATS	SYSTÈME	MODÈLE	Mouvement de translation initiale			Mouvement de rotation initiale		
			Vitesse		Force vive totale	Vitesse	Force vive totale de la surface du projectile	
			m.	kgm. (1)			kgm. (2)	kgm. (3)
Italie . . .	Vetterli-Vitali . . .	1870-87-90	615	308	3,661	932	0,018579	0,0426
France . . .	Lebel . . .	1886	630	304	6,037	2625	0,084491	0,08120
Autriche . . .	Männlicher . . .	1888-90	620	310	6,163	2480	0,079255	0,08100
Allemagne . . .	Mauser . . .	1888	640	303	6,191	2666	0,081965	0,08115
Angleterre . . .	Lee-Metford . . .	1889	680	346	7,441	2677	0,079594	0,08111
Belgique . . .	Mauser-Lee . . .	1891	620	278	6,054	2480	0,064834	0,08097
Russie . . .	Mosino . . .	1891	620	266	5,828	2583	0,067317	0,08101
Suisse . . .	Rubin-Schmidt . . .	1889	624	258	5,840	2311	0,049768	0,081
Espagne . . .	Mauser . . .	1893	690	272	7,063	3132	0,068603	0,08111
Italie . . .	Carcano-Männlicher . . .	1891	700	263	7,911	3500	0,069291	0,08126
Roumanie . . .	Mauser-Männlicher . . .	1893	705	261	7,864	3525	0,068908	0,08119

(1) Valeurs arrondies en kgm. entiers.

(2) Pour calculer la surface de la section droite, on a considéré le diamètre du projectile

(3) L'indication 0<sup>4</sup> signifie 0000, 0<sup>3</sup> signifie 000, etc. La surface du projectile, calculée exclusivement, ne peut être obtenue qu'approximativement, étant donné sa pointe dont la surface est difficile à calculer exactement.

(4) Ce chiffre est approximatif; nous n'avons pu trouver la valeur exacte.

(5) Les angles de chute intéressent la pénétration, parce qu'ils sont précisément les angles d'incidence de l'arme. Ces angles permettent de calculer les espaces dangereux aux

la formule  $e = \frac{h}{tgw}$ , de laquelle on obtient  $w = \text{arc tang } \frac{h}{e}$ . Les angles de chute relatifs

art. e genio, 1895, vol. 4<sup>e</sup>, p. 92, et 1893, vol. 1<sup>er</sup>, p. 115); ceux relatifs au fusil italien sont obtenus d'après les tables de tir; pour le fusil italien 70/87, l'angle indiqué à la colonne 200 est celui de la distance de 275 m., et celui de la colonne 600 celui de 550 m. Les angles pour le fusil roumain manquent; ils sont à peu près égaux à l'italien 1891. De tous ces angles, ceux seuls des deux fusils italiens sont garantis exacts; les autres sont approximatifs.

à la pénétration des armes à feu portatives modernes.

Projectile				Angles de chute à la distance de mètres (5)			
Diamètre	Poids	Longueur	CHEMISE	200	600	1000	1600
10,35	16	24	laiton	0°24'57"	1°23'31"	4°39'14"	13°32' 4"
8	15	31	maïllehort	0°32' 5"	1°20'30"	3°33' 0"	9°17'10"
8	15,8	31,3	acier	0°41'50"	1°33'45"	3°48'50"	9°17'10"
7,9	14,5	31,6	cuivre nickelé	0°30'20"	1°36'10"	3°21'20"	10°41'30"
7,7	14,7	32 (4)	idem	0°31'35"	1° 5'45"	2°34'40"	—
7,65	14,2	30,5	maïllehort	0°11' 0"	1°12' 0"	3° 8' 0"	8°37' 0"
7,63	13,6	30,48	cuivre nickelé	—	1°41'25"	2°10'30"	—
7,5	13	28,7	papier vaseliné	0°34' 0"	1°16'20"	3°10'50"	8°31'50"
7	11,2	30,8	cuivre nickelé	0° 9'51"	1°55'38"	5°35'33"	7°12'18"
6,5	10,45	30	maïllehort	0°10' 9"	1° 0'53"	2°43' 4"	6°53' 0"
6,5	10,30	31,4	acier cuivré et nick.	—	—	—	—

comme égal au calibre exact du canon, sans tenir compte de la tolérance.

calculée exclusivement, ne peut être obtenue qu'approximativement, étant donné sa pointe dont la surface est difficile à calculer exactement.

angles d'incidence du projectile dans un but vertical qui serait placé dans le prolongement de l'horizontale de l'arme. Ces angles permettent de calculer les espaces dangereux aux distances de 200, 600, 1000 et 1600 m. pour un but d'une hauteur de 1<sup>m</sup>80, au moyen de

la formule  $e = \frac{h}{tgw}$ , de laquelle on obtient  $w = \text{arc tang } \frac{h}{e}$ . Les angles de chute relatifs au Mauser espagnol et belge ont été calculés par le colonel Joaquin de la Llave (voir Riv.

art. e genio, 1895, vol. 4<sup>e</sup>, p. 92, et 1893, vol. 1<sup>er</sup>, p. 115); ceux relatifs au fusil italien sont obtenus d'après les tables de tir; pour le fusil italien 70/87, l'angle indiqué à la

colonne 200 est celui de la distance de 275 m., et celui de la colonne 600 celui de 550 m. Les angles pour le fusil roumain manquent; ils sont à peu près égaux à l'italien 1891. De tous ces angles, ceux seuls des deux fusils italiens sont garantis exacts; les autres sont approximatifs.