

LA LLAVE

—
ÉTUDE SUR LE FUSIL LEBEL

J. DEBÉ

ENCUADERNACIÓN
DEL
ASILO
DE
HUÉRFANOS
Juan Brava 5
MADRID.
TELÉFONO 2198

MUSEO DE LITERATURA MILITAR

ESTADO MAYOR



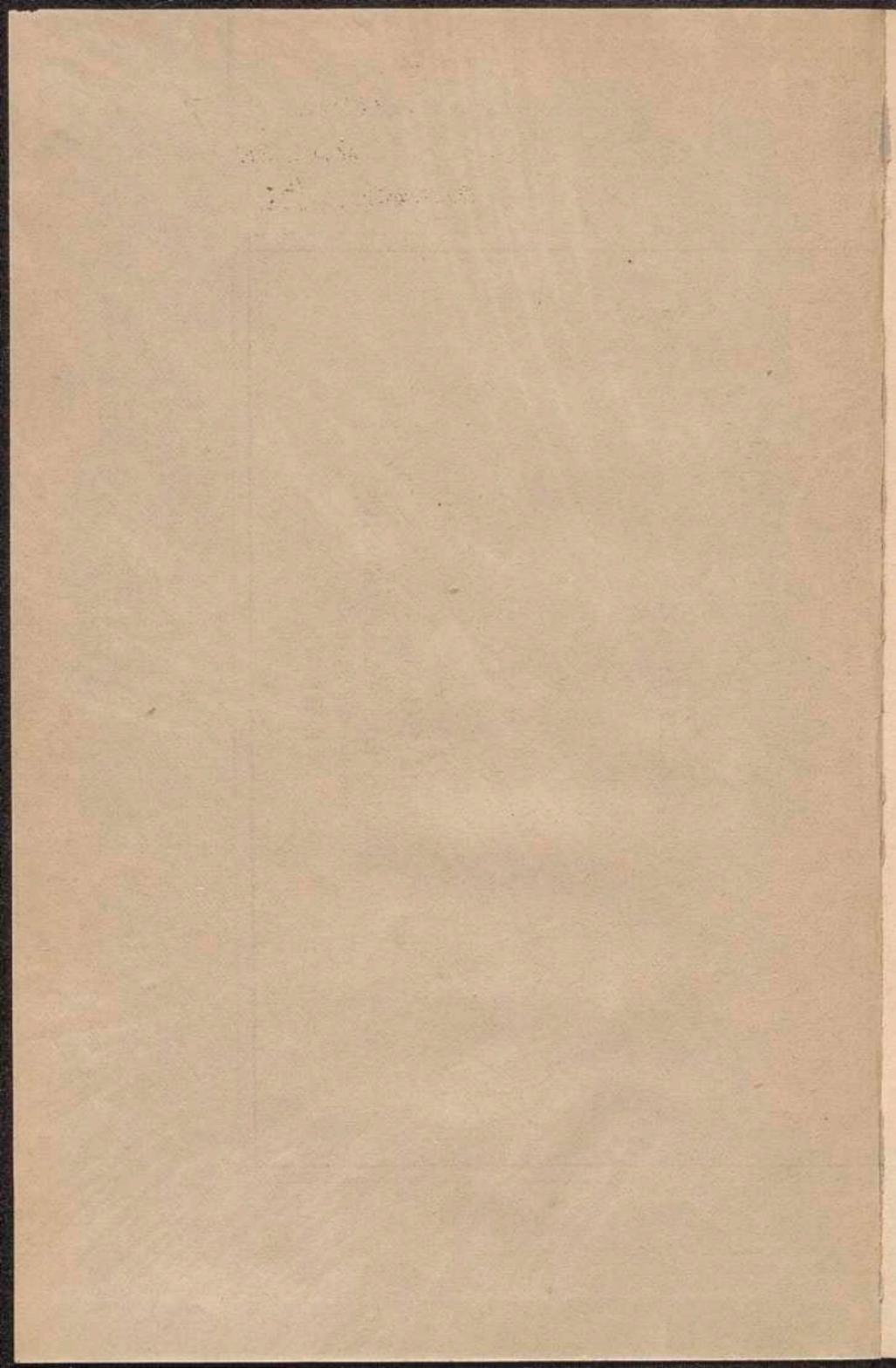
SERVICIO HISTÓRICO

EJERCITO ESPAÑOL

Inscripción	Colocación	Sala
Clasificación		Estante 15
		Tabla 1
		Núm. 1.854
		-15-

1894

15



BD2-4392
ML-R-203-C
1894/15

EX-LIBRIS GENERAL LA LLAVE

No..... Table... Estante... 2

Clasificación B6

ÉTUDE BALISTIQUE
SUR
LE FUSIL LEBEL

Extrait de la *Revue de l'Armée Belge*, tome IV, janvier 1894.)

SOCIÉTÉ ANONYME DE L'IMPRIMERIE LIÉGEOISE, LIÈGE

ÉTUDE BALISTIQUE
SUR LE
FUSIL LEBEL

(ARMEMENT FRANÇAIS, MODÈLE 1886)

PAR

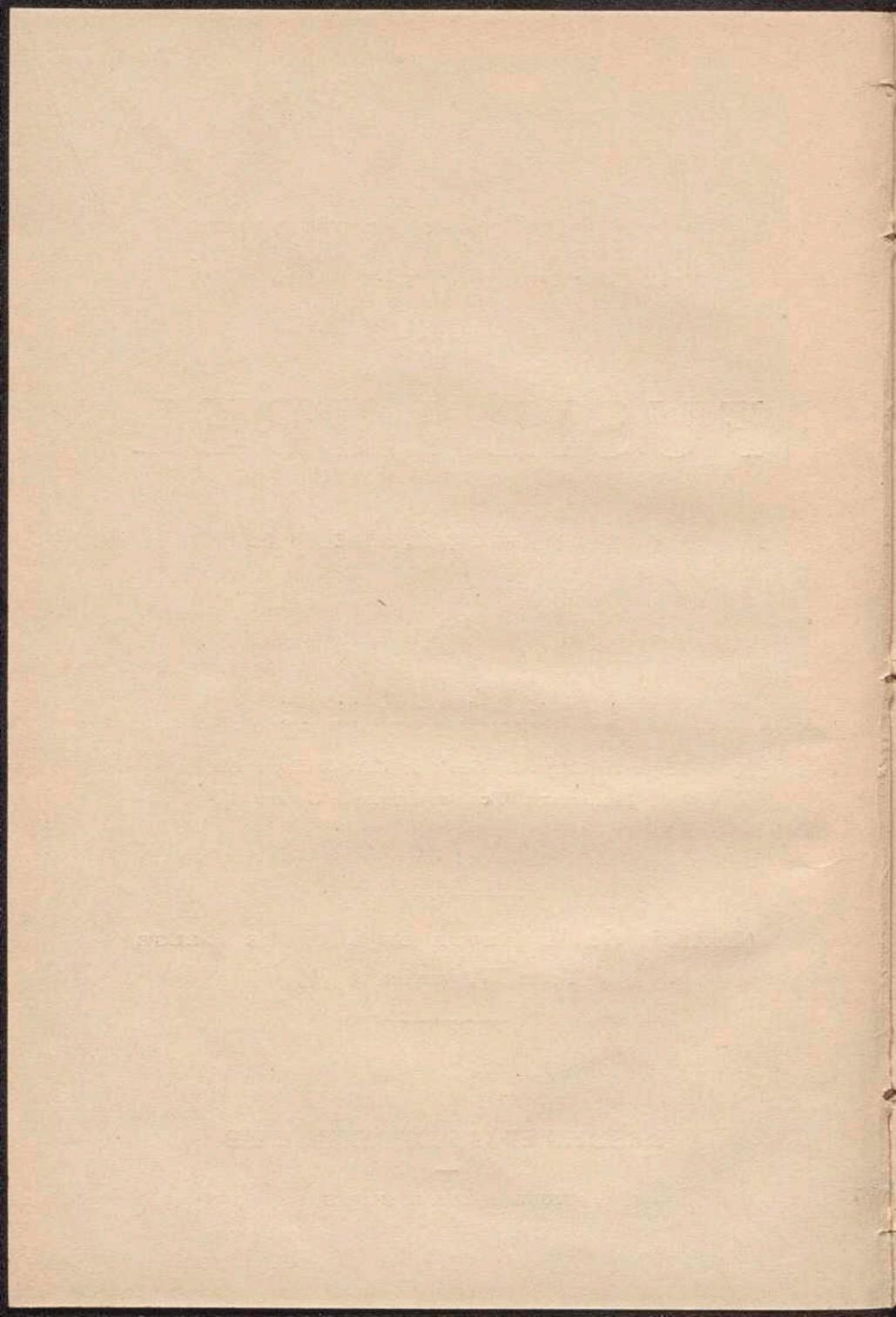
Le Colonel J. DE LA LLAVE

Major au Corps du Génie de l'Armée Espagnole,
Professeur à l'École supérieure de Guerre

(Extrait de la REVUE DE L'ARMÉE BELGE
Tome IV, janvier 1894)

DIRECTION ET ADMINISTRATION, LIÈGE

—
TOUS DROITS RÉSERVÉS



ÉTUDE BALISTIQUE
SUR
LE FUSIL LEBEL
(ARMEMENT FRANÇAIS, MODÈLE 1886)

La curiosité que l'on éprouve à connaître les propriétés balistiques du fusil Lebel est bien naturelle, mais l'on sait que le Gouvernement français a soigneusement caché tout ce qui a rapport à la poudre sans fumée Vieille et à ses effets dans l'arme adoptée sous le nom de Modèle 1886.

Note de la Rédaction. — La *Revue* a eu fréquemment l'occasion de signaler et d'analyser dans ses précédents volumes les travaux remarquables d'officiers espagnols. Ces travaux traitent toutes les questions de sciences militaires, particulièrement celles relatives à la fortification, à la balistique, et les exposent avec beaucoup de méthode et un véritable talent de vulgarisation.

En Espagne, les officiers marchent sans cesse avec le progrès dont ils tracent et élargissent la voie, maintenant ainsi intacte leur vieille réputation d'hommes de science et de valeur à laquelle Napoléon rendait déjà hommage au commencement de ce siècle.

Le Colonel J. DE LA LLAVE, chef du Cabinet du Ministre de la Guerre espagnol, est au premier rang de la brillante pléiade des écrivains militaires espagnols contemporains.

Nous avons récemment publié un travail du Général KILICHES de l'armée austro-hongroise, d'après un mémoire original, en allemand, rédigé pour notre *Revue* ; aujourd'hui, nous considérons comme une nouvelle bonne fortune de pouvoir présenter à nos lecteurs l'étude du Colonel de la Llave, écrite en français à leur intention.

Quand le colonel Ortus a publié son étude *Lebel contre Mannlicher et Vetterli dans la prochaine guerre* (1), nous avons cru un moment que le secret des renseignements balistiques allait être dévoilé par suite de la nécessité de présenter des données numériques comparatives; mais notre espoir a été déçu; voici tout ce que nous y avons trouvé :

« TENSION. — Nous ne donnerons absolument aucun » renseignement numérique, mais nous pouvons affirmer » hautement que notre fusil n'est pas dépassé par le fusil » allemand, comme tension, et qu'il lui sera très supérieur » le jour où nous le voudrons, car nous pouvons augmenter » notre vitesse initiale et la porter à 700 m.

» JUSTESSE. — Il en est de même de la justesse de notre » fusil, qui est réellement remarquable, supérieure à celle » du fusil allemand, et qu'une arme nouvelle pourra » peut-être égaler, mais difficilement surpasser. Nous ne » pouvons donner de chiffres. — Nous ne pouvons » simplement que le constater. »

Il fallait donc se contenter de ces affirmations catégoriques, mais il n'y avait pas moyen de faire des comparaisons avec les armes nouvelles, postérieures aux fusils français et allemand, des calibres de 7,65, 7,5, 7 et 6,5 millimètres. C'était fâcheux.

Poursuivant toujours tout ce qui se rapportait à l'étude balistique du fusil Lebel, nous avons été assez heureux pour trouver un fil d'Ariane pour nous conduire. Ce

(1) *Journal des Sciences militaires*, 9^e série, t. XLII, p. 356; t. XLIII, p. 194, 371; t. XLIV, p. 329. On en a fait un tirage à part en brochure, publié par L. Baudoin, de Paris, en 1891.

furent les études remarquables du capitaine De Cugnac(1), qui, pour les besoins de ses calculs sur les feux de mousqueterie destinés à raser un plateau dans l'attaque, une pente dans la défense, nous a fourni quelques valeurs des flèches correspondant à des distances connues, et des angles de chute pour les portées jusqu'à 2,000 mètres.

En partant de la valeur de la vitesse initiale $V = 630\text{ m}$, consentie tacitement par le colonel Ortus, nous avons calculé les valeurs du coefficient balistique afin d'avoir les éléments nécessaires pour déterminer la table de tir.

Mais, nous nous sommes vite aperçu que les valeurs obtenues différaient trop entre elles pour qu'on pût en prendre la moyenne arithmétique; l'hypothèse que la vitesse initiale de 630m était trop forte, était très naturelle; essayant celles de 625, 620, 615, 610, 605 et 600, nous nous sommes convaincu que la véritable vitesse était de 610m , ce qui est confirmé, du reste, par le général *** (colonel P.) (2).

Nous avons pu enfin obtenir une valeur du coefficient balistique de la balle du Lebel, assez satisfaisante. Le calcul a été fait par la méthode du colonel Siacci, en nous servant des tables à double entrée des fonctions secondaires d'Hojel, dérivées des expériences néerlandaises (3). Avec la valeur de V et celle de C obtenues,

(1) *Attaque d'un plateau*, *Journ. des Sc. mil.*, 9^e série, t. XLI, p. 271.
Défense d'un plateau Id. id. t. XLVIII, p. 36.

(2) *Journal des Sciences Militaires*, 9^e série. Tome XLVII, page 46.
« Le combat et les feux de l'infanterie. »

(3) Elles sont insérées dans notre 2^e édition de *Balística abreviada* et dans les *Formules et tables de balistique expérimentale*, par le commandant Vallier, de l'artillerie française (Revue d'Artillerie).

nous avons calculé la table de tir du Lebel, qu'on trouve ci-après.

Les formules employées ont été celles du colonel Siacci, avec la table balistique à simple entrée calculée par nous (1). Pour le calcul de la dérivation, nous nous sommes servi de la formule et de la table du général Mayewski. Les pénétrations sont déduites des expériences de Gâvre, en 1889, dont les résultats ont été publiés par le *Mémorial de l'Artillerie de la Marine* et reproduits par plusieurs Revues militaires. Enfin, pour les doubles déviations (bandes de 50 pour 100 de coups), nous avons adopté un artifice qui consiste à déduire des renseignements connus sur plusieurs fusils à petit calibre, les valeurs de $\Delta \sigma$ et ΔV , par les formules du professeur Hélie (2), et à admettre ensuite celles qui sont les plus favorables pour le Lebel, d'accord avec les indications enthousiastes du colonel Ortus.

Les résultats de tous nos calculs sont consignés dans le tableau pages 12 et 13.

Notre table de tir différera sans doute de celle qui est insérée dans les cahiers autographiés des Ecoles de tir françaises, que l'on garde si soigneusement secrets; mais nous osons espérer que les différences ne seront pas trop sensibles, qu'elles seront inférieures aux écarts qu'il y a toujours entre les résultats du calcul et ceux de l'expérience, à ceux enfin qui proviennent des variations atmosphériques. Du reste, le contrôle, avec ce qui a été

(1) Elle est insérée dans *Balística abreviada* et a été reproduite par le commandant Vallier.

(2) *Traité de Balistique expérimentale*. Paris (Gauthier-Villars) 1884.

publié par le capitaine De Cugnac (1) et par le colonel Paquié (2), nous a paru très satisfaisant dans ce qui a rapport aux ordonnées maxima et aux angles de chute.

Quant aux renseignements sur la probabilité du tir, il est à supposer qu'il y aura des différences plus sensibles entre ceux que nous donnons et la table officielle ; mais il ne faut pas oublier que la probabilité de tir que donne pour une arme la table de tir, n'est qu'une moyenne représentant à peu près le comportement moyen de l'ensemble des armes, et que l'une de celles-ci, prise au hasard, peut donner des différences assez grandes avec les écarts tabulaires. Il suffit que les nombres que nous donnons soient compris entre les limites extrêmes et se rapprochent un peu de la moyenne, et nous croyons y être parvenu.

Nous avons porté la table jusqu'à la distance de trois kilomètres, quoique l'on ne doive tirer qu'à deux au plus, afin d'avoir les éléments nécessaires pour le calcul du tir de bas en haut.

Quant à la portée maxima, elle peut être évaluée à 3500 ou 3600 m. sous l'angle de départ de 32°.

Il serait très utile de compléter la table de tir par une table à double entrée contenant les ordonnées des trajectoires, mais, pour ne pas occuper trop de place, nous nous contenterons de donner une table des valeurs qui suffisent pour les calculer. A cette fin, la formule que l'on peut employer est :

(1) Déjà cité.

(2) *De la rasance des fusils de petit calibre et de ses conséquences tactiques.* *Journal des Sciences militaires*, 9^e série, t. XLV, p. 180.

$$y = \frac{x}{2 \cos^2 \varphi} (\sin 2 \varphi - \sin 2 \varphi_x)$$

y est l'ordonnée pour la distance x

φ l'angle de départ de la trajectoire

φ_x l'angle qui correspond à la distance x dans la table.

Pour les portées qui ne sont pas trop grandes, l'on peut employer avec une approximation suffisante :

$$y = x (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_x)$$

On peut aussi calculer les inclinaisons de la trajectoire sur chacun de ses points au moyen de la formule :

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \omega_x - \operatorname{tg} \varepsilon$$

θ est l'inclinaison de la tangente à la trajectoire au point $x y$

ω_x l'angle de chute pour la portée x

ε l'angle de site . . . $\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{y}{x}$

Dans le tir par dépression, l'on mettra :

$$y = \frac{x}{2 \cos^2 \varphi} (\sin 2 \varphi + \sin 2 \varphi_x)$$

$$y = x (\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_x)$$

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \omega_x + \operatorname{tg} \varepsilon$$

et les ordonnées ainsi que les angles seront négatifs.

La table placée aux pages 12 et 13 donne $\sin 2 \varphi_x$, $\operatorname{tg} \varphi_x$,

$\frac{1}{2 \cos^2 \varphi_x}$ et $\operatorname{tg} \omega_x$ pour chaque valeur de x de 0 à 2400 m. de 25 en 25 m.

APPLICATIONS. — 1° Calculons les ordonnées des distances 500, 550, 600, 650, 700 et 750 m. pour la trajectoire de 1100 m. Nous aurons

$$x = 500 \quad y = 500 (0,03413 - 0,00987) = 500 \times 0,02426 = 12,130$$

$$x = 550 \quad y = 550 (0,03413 - 0,01136) = 550 \times 0,02277 = 12,523$$

$$x = 600 \quad y = 600 (0,03413 - 0,01289) = 600 \times 0,02124 = 12,744$$

$$x = 650 \quad y = 650 (0,03413 - 0,01457) = 650 \times 0,01956 = 12,714$$

$$x = 700 \quad y = 700 (0,03413 - 0,01632) = 700 \times 0,01781 = 12,467$$

$$x = 750 \quad y = 750 (0,03413 - 0,01818) = 750 \times 0,01595 = 11,962$$

2° Pour l'angle de départ de 25°, déterminer l'ordonnée de la distance de 2000 m.

$$\sin 2\varphi = \sin 50^\circ = 0,76603 \quad 2 \cos^2 \varphi = 1,64282$$

$$y = \frac{2000}{1,64282} (0,76603 - 0,20285) = \frac{2000 \times 0,56318}{1,64282} = 685,62$$

3° Pour la même trajectoire et la même distance, calculer l'inclinaison de la tangente :

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{685,62}{2000} = 0,34281 \quad \operatorname{tg} \omega_x = 0,20390$$

$\operatorname{tg} \theta = 0,20390 - 0,34281 = -0,13891$ » $\theta = -7^\circ 54' \frac{1}{2}$
le signe — de l'angle θ nous dit qu'à 2000 m. la balle est dans la branche descendante de la trajectoire.

4° Soit l'angle de départ négatif $\operatorname{tg} \varphi = -0,02$, ou le tir par dépression sous cette inclinaison, déterminer l'ordonnée et l'inclinaison pour la distance $x = 500$ m.

$$y = 500 (0,02 + 0,00987) = 500 \times 0,02987 = 14,935$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{14,935}{500} = 0,02987 \quad \operatorname{tg} \omega_x = 0,01417$$

$$\operatorname{tg} \theta = 0,04404 \quad \text{»} \quad \theta = 2^\circ 31' 18''$$

il est bien entendu que y et θ sont négatifs.

TABLE POUR LE CALCUL DES
MODÈLE

TRAJECTOIRES DU FUSIL LEBEL
DE 1886

x	$\sin 2\varphi x$	$\operatorname{tg} \varphi x$	$2 \cos^2 \varphi x$	$\operatorname{tg} \omega x$	x	$\sin 2\varphi x$	$\operatorname{tg} \varphi x$	$2 \cos^2 \varphi x$	$\operatorname{tg} \omega x$	x	$\sin 2\varphi x$	$\operatorname{tg} \varphi x$	$2 \cos^2 \varphi x$	$\operatorname{tg} \omega x$
0	0,000000	0,000000	2,00000	0,000000	800	0,04028	0,02015	1,99916	0,032159	1600	0,13260	0,06659	1,99117	0,12350
25	369	184	00	487	25	4232	2117	907	34018	25	13648	6856	064	12769
50	868	434	00	650	50	4441	2221	898	35933	50	14042	7056	0,9	132,1
75	1647	823	00	1098	75	4656	2329	889	37903	75	14444	7260	952	13639
100	2664	1332	00	1540	900	4875	2439	880	39928	1700	14852	7467	894	14095
125	3509	1754	00	2004	25	5100	2552	870	42008	25	15266	7678	831	14555
150	4391	2195	99	2481	50	5330	2667	858	44144	50	15687	7892	764	15027
175	5251	2625	99	3006	75	5565	2784	846	46334	75	16 15	8131	693	15508
200	0,006105	0,003052	1,99998	0,003568	1000	0,05805	0,02905	1,99832	0,048580	1800	0,16550	0,08332	1,98618	0,16000
225	7020	3510	97	4194	25	6051	3028	817	50894	25	16992	8558	541	16506
250	7962	3981	96	4874	50	6302	3156	801	53273	50	17442	8788	462	17026
275	8934	4414	96	5600	75	6558	3292	785	55711	75	17898	9022	382	17558
300	9959	4979	95	6374	1100	6819	3413	768	5821	1900	18362	9259	300	18102
325	11057	5528	94	7184	25	7087	3547	749	6103	25	18832	95 0	213	18657
350	12124	6062	93	8033	50	7358	3684	728	6338	50	193 9	9747	120	19223
375	13250	6625	91	8926	75	7634	3822	707	6606	75	19793	9995	023	19801
400	0,01445	0,007225	1,99990	0,009862	1200	0,07918	0,03965	1,99684	0,06879	2000	0,20285	0,10248	1,97921	0,20390
425	1570	785	88	10860	25	8208	4111	660	7162	25	20789	10509	819	20997
450	1700	850	86	11915	50	8503	4258	635	7453	50	21302	10776	717	21620
475	1835	917	83	13019	75	8803	4409	620	7751	75	21822	10944	615	22255
500	1974	987	81	14174	1300	9110	4564	584	8056	2100	22351	11318	512	22904
525	2118	1059	77	15374	25	9423	4722	556	8368	25	22889	11598	373	23565
550	2273	1136	73	16622	50	9740	4881	525	8686	50	23434	11882	232	24240
575	2426	1213	70	17919	75	10063	5044	492	9011	75	23987	12171	087	24928
600	0,02579	0,01289	1,99967	0,019265	1400	0,10393	0,05211	1,99456	0,09343	2200	0,24550	0,12466	1,96940	0,25630
625	2742	1372	63	20679	25	10730	5381	42	9687	25	25125	12767	791	26352
650	2912	14 7	58	22155	50	11073	5554	383	10012	50	25712	13076	638	2 7091
675	3085	1543	53	23686	75	11422	5729	345	10406	75	26307	13389	478	27846
700	3263	1632	47	25275	1500	11777	5909	305	10779	2300	26913	13709	313	28617
725	3449	1726	40	26915	25	12139	6092	262	11160	25	27528	14035	141	29402
750	3635	1818	33	28608	50	12506	6277	216	11548	50	28152	14369	961	30203
775	3829	1915	25	30356	75	12879	6466	168	11945	75	28786	14704	771	31019
800	0,04028	0,02015	1,99916	0,032159	1600	0,13260	0,06659	1,99117	0,12350	2400	0,294 0	0,15048	1,95573	0,31850

Nous avons cru que le sujet que nous avons traité peut avoir quelque intérêt pour les lecteurs de la *Revue de l'Armée belge*. Nous serions heureux si nous avions réussi à leur être utile.

Colonel J. DE LA LLAVE,

Major au corps du Génie de l'Armée espagnole,
professeur à l'Ecole Supérieure de Guerre de Madrid.

REVUE

DE

L'ARMÉE BELGE

SOMMAIRES des 3 premières années (1) parues sous ce titre. — 15^e, 16^e et 17^e, depuis l'origine de la publication. (Les 14 premières années ont porté le titre de *Revue Militaire Belge*.)

15^{me} ANNÉE 1890-1891.

PRINCIPAUX ARTICLES. — Général **Brialmont**. Situation actuelle de la fortification (tome II). — Général **Henrard**. Histoire du siège d'Ostende (I et II). — Général **Wauwermans**. Les Aérostats dits Charlières. — Général **Brialmont**. La Fortification de l'Avenir (IV). — Colonel baron **Lahure**. Modification à la Tactique actuelle (II). — Major **Bertrang**. Variations dans le tir. — Major **Quinaux**. Principes de construction du fusil de guerre et de sa cartouche. — Commandant **Tournay**. Les Poudres et Explosifs (III et IV). — Commandant **de Heusch**. Etudes sur l'Infanterie légère. — Capitaine **Monthaye**. Expériences exécutées au Grusonwerk (II et III). — La question des canons en Belgique. — Torpilles et Torpilleurs. — Les Manœuvres en Flandre. — Tir de campagne contre des buts cachés. — Applications des procédés de station et de navigation aériennes à l'art de la guerre.

(1) Ces 3 années comportent ensemble 3,200 pages, de nombreuses planches, cartes et 25 phototypies.

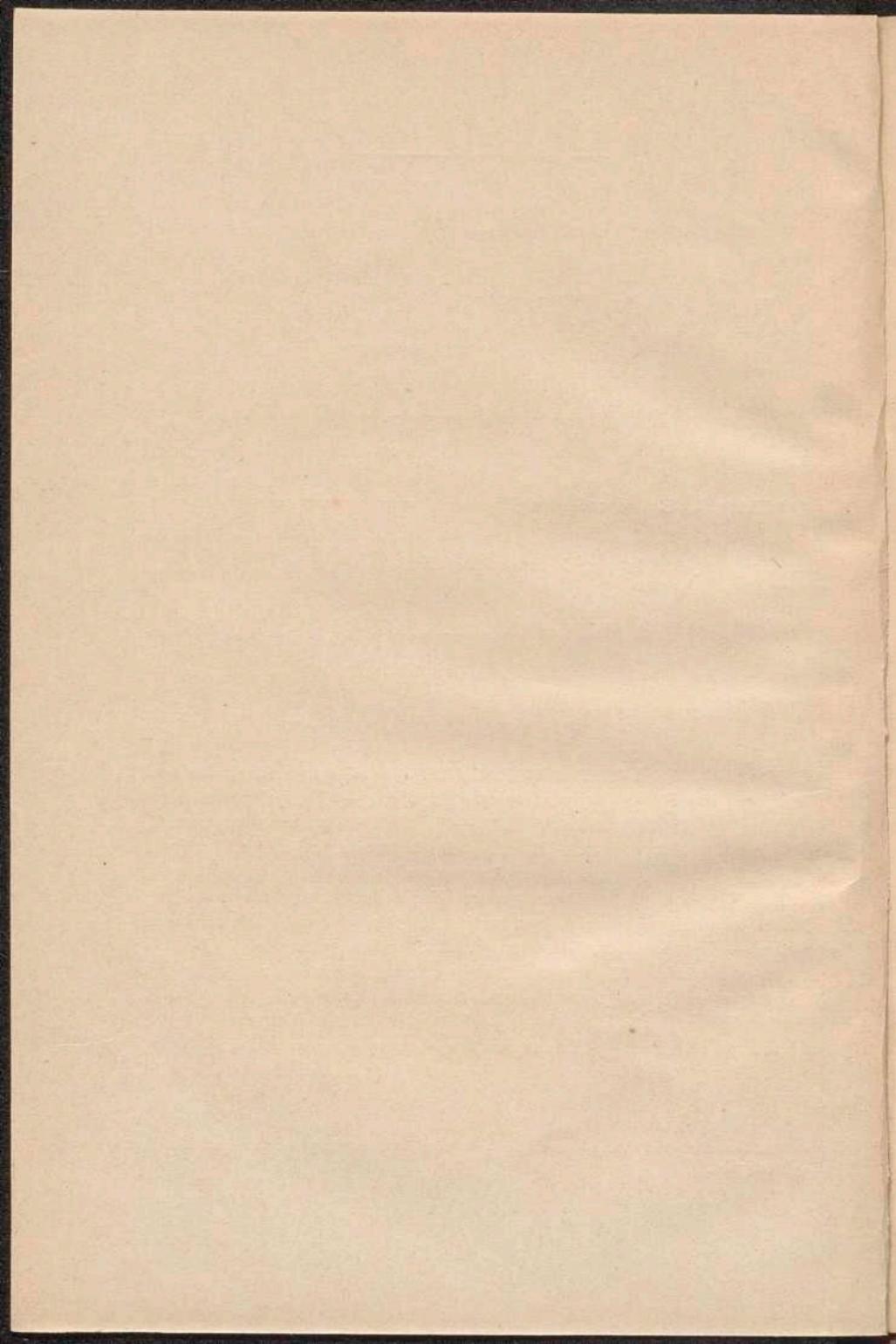
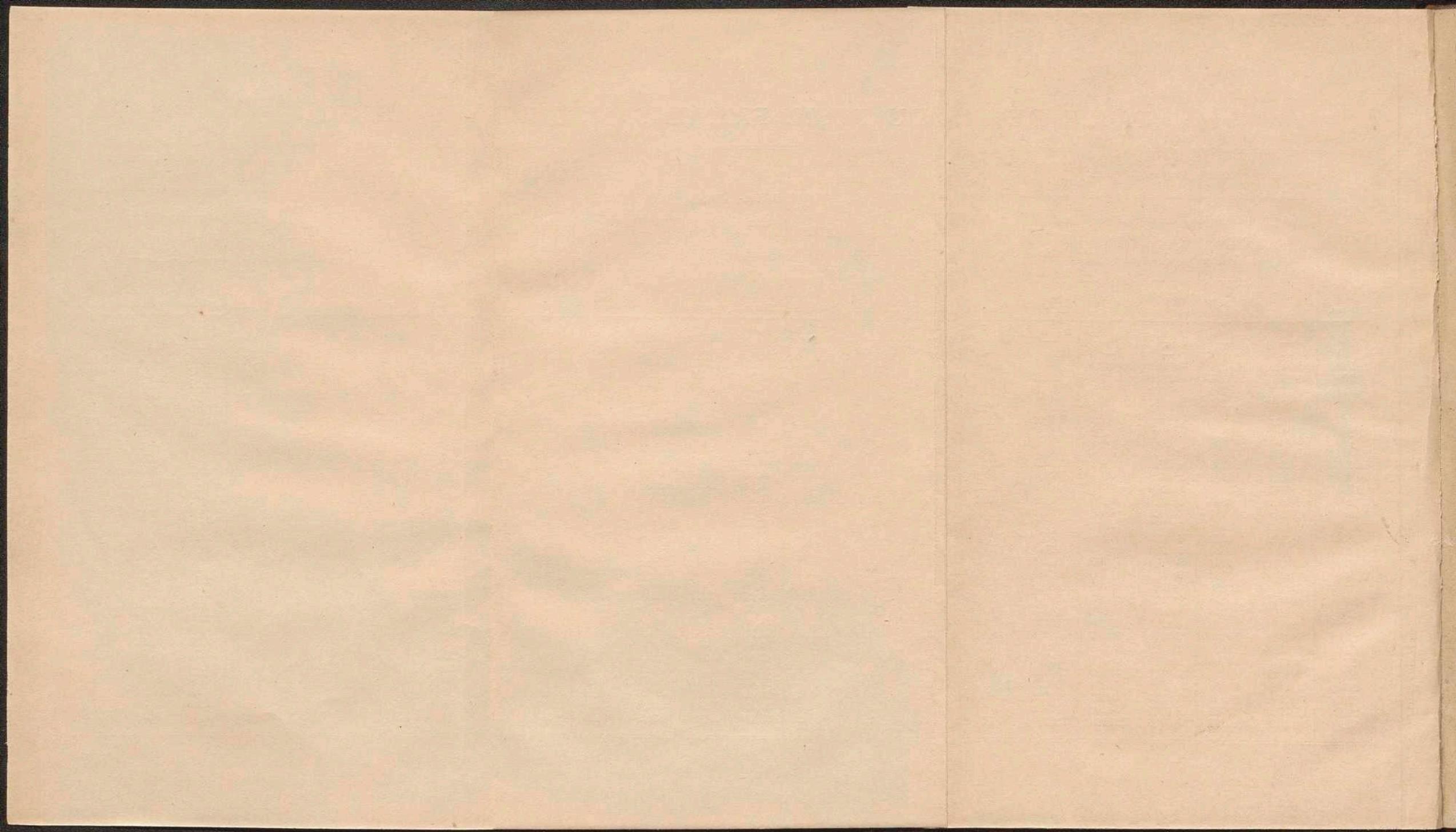
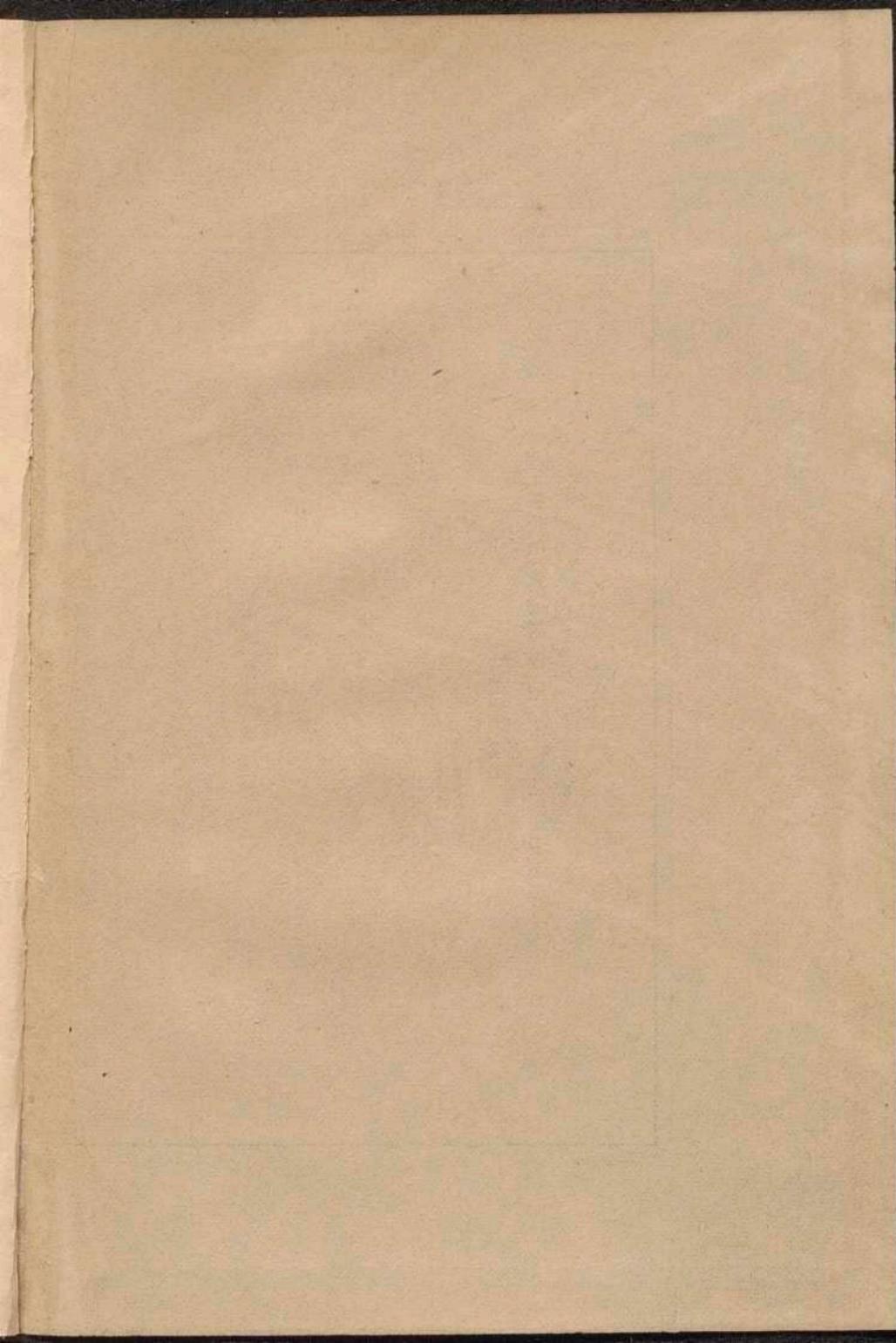
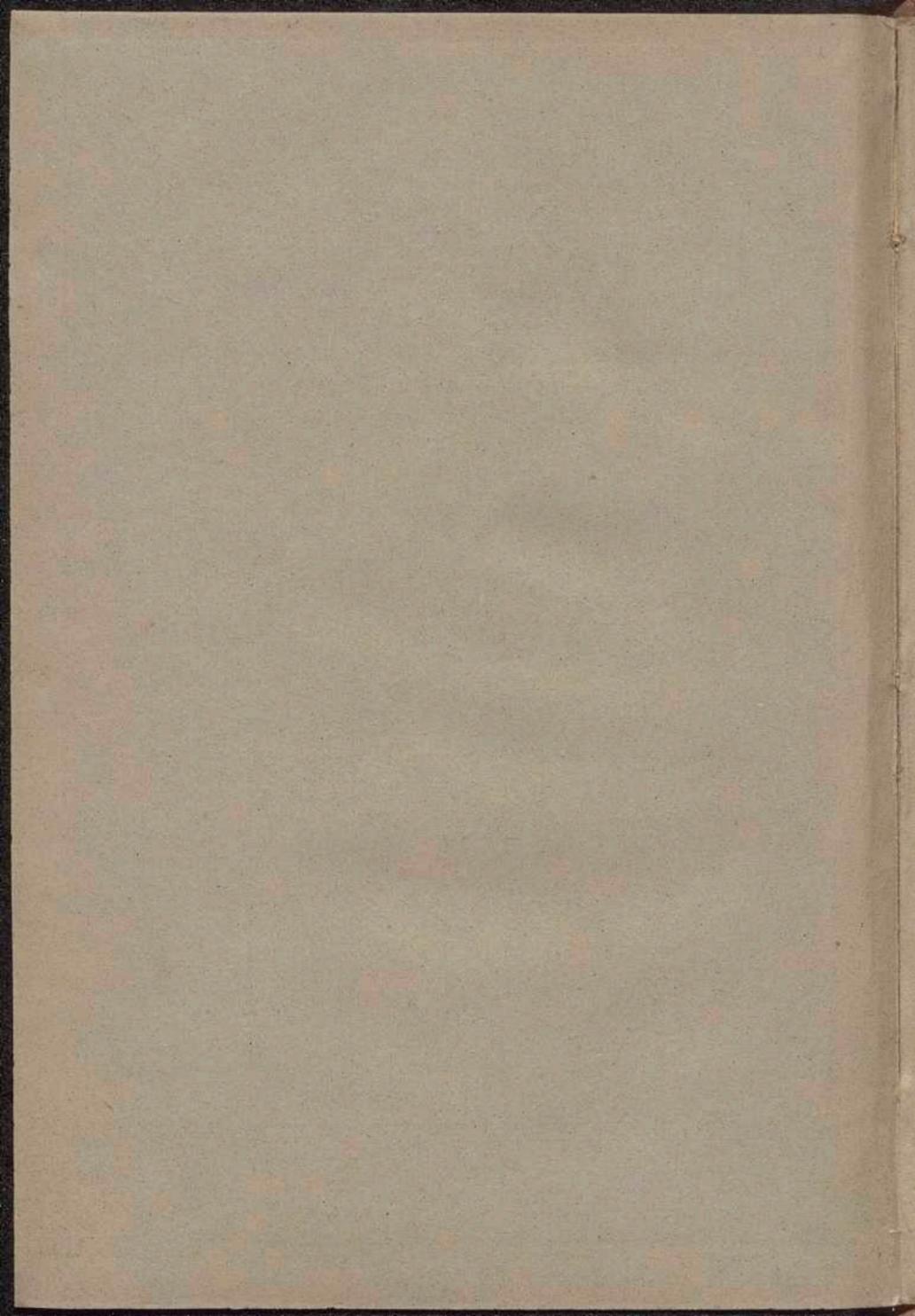


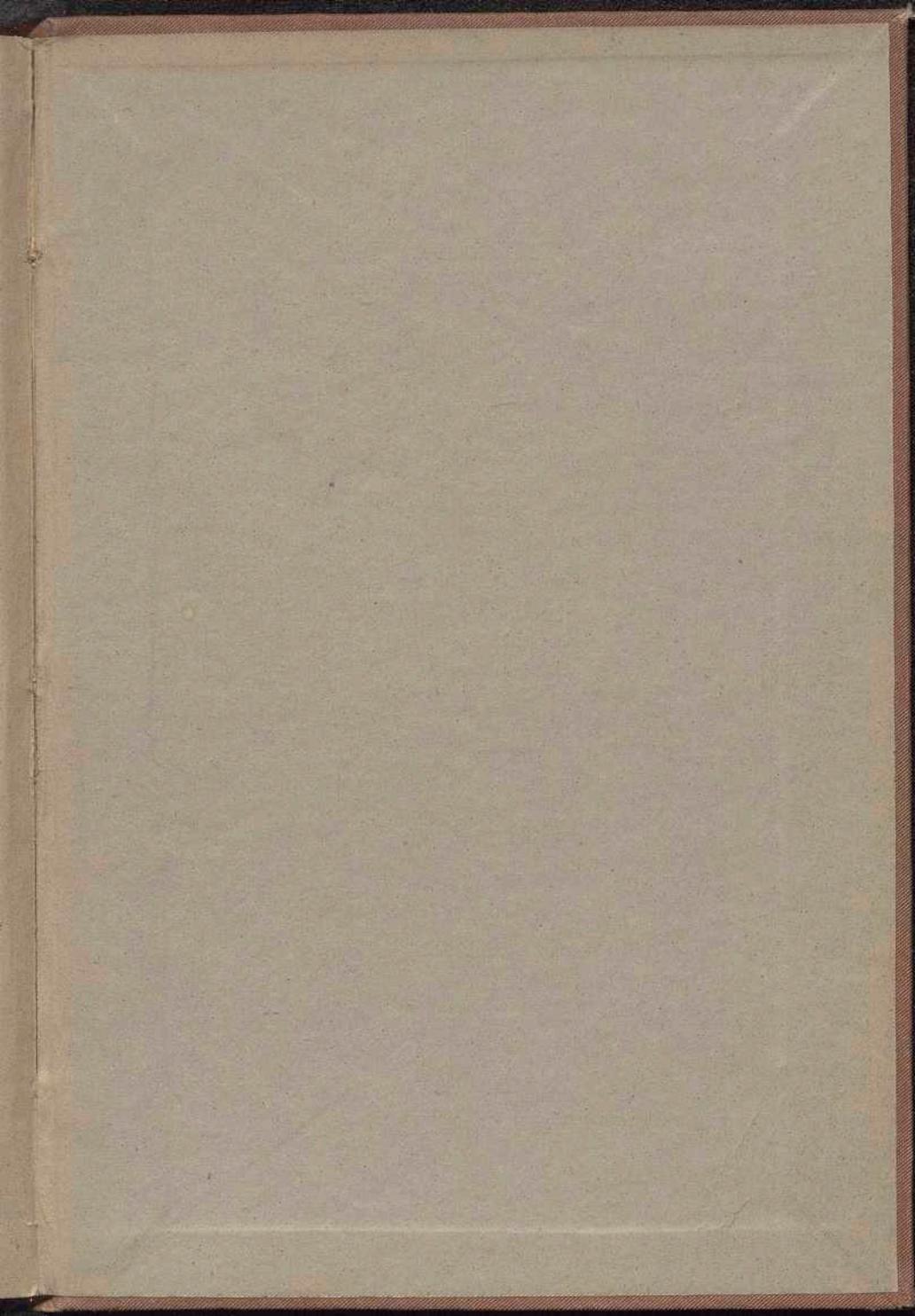
TABLE DE TIR DU FUSIL FRANÇAIS, MODÈLE 1886 (LEBEL).

PORTÉES. (Mètres.)	ANGLES DE DÉPART		ANGLES DE CHUTE		POSITION DU SOMMET DE LA TRAJECTOIRE		ESPACE DANGEREUX POUR UNE HAUTEUR DU BUT DE			Dériva- tion à gauche (Mètres.)	Durée du trajet. (Secondes)	Vitesse restante tangen- tielle. (M x 1'')	Énergie ou force vive de la balle (Kilogram- mètres.)	PÉNÉTRATION DE LA BALLE							RENSEIGNEMENTS SUR LA PROBABILITÉ DU TIR.		
	en degrés et minutes.	exprimés par ses tangentes et trigono- métriques.	en degrés et minutes.	exprimés par ses tangentes et trigono- métriques.	Abscisse (Mètres.)	Ordonnée (Mètres.)	1 mètre (Mètres.)	1 ^m 70 infanterie debout. (Mètres.)	2 ^m 50 cavalerie (Mètres.)					dans le sable. (Centim.)	dans la terre végé- tale. (Centim.)	dans le bois de sapin. (Centim.)	dans le bois de chêne. (Centim.)	dans une plaque en fer forgé. (Millim.)	dans une plaque en acier doux. (Millim.)	dans une plaque en acier dur. (Millim.)	Bandes contenant 50 % des coups.		Rayon du cercle qui contient 50 % des coups (Mètres.)
																					Latérale (Mètres.)	Verticale (Mètres.)	
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,020	603,3	280	11	25	90	20	12	10	4,4	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,066	583,9	262	18	39	82	19	10,8	9	4	—	—	—
100	0° 4',6	0,00133	0° 5',3	0,00154	—	0,044	100	100	100	—	0,17	546,4	229	32	62	70	18	8,5	6,5	2,8	0,03	0,02	0,022
200	0°10',5	305	0°12',1	357	103,5	0,172	200	200	2 0	0,01	0,37	488,9	184	45	75	60	18	6	4	1,8	0,07	0,04	0,048
300	0°17',1	498	0°21',9	637	158,3	0,418	300	300	300	0,03	0,58	438,1	147	46	77	56	17	4,7	3,2	1,4	0,11	0,07	0,079
400	0 24',8	722	0°33',1	986	215,3	0,838	400	400	400	0,06	0,82	393,9	119	44	73	53	16	3,8	2,6	1,1	0,17	0,13	0,13
500	0 33',9	987	0°48',7	0,01417	272,8	1,486	83,8	500	500	0,11	1,09	349,7	93,8	40	67	50	15	3	2	—	0,23	0,19	0,18
600	0°44',3	0,01289	1° 6',2	1926	331,3	2,39	57,1	105	600	0,20	1,38	331,2	85,2	38	63	49	15	2,6	1,8	—	0,30	0,24	0,235
700	0°56',1	1632	1°26',9	2527	389,1	3,64	41,9	73,8	117	0,29	1,69	303,1	70,5	35	58	48	14	2,1	1,5	—	0,37	0,32	0,30
800	1° 9',2	2015	1°50',5	3216	446,7	5,24	32,3	56,8	88,1	0,45	2,02	294,3	66,6	34	56	47	14	—	—	—	0,46	0,43	0,39
900	1°23',8	2439	2°17',2	3993	504,5	7,25	25,7	44,7	67,8	0,62	2,37	277,0	58,9	32	52	45	13	—	—	—	0,56	0,56	0,49
1000	1°39',8	2905	2°46',9	4858	562,4	9,73	21,0	36,3	54,3	0,80	2,74	266,3	54,6	31	50	43	13	—	—	—	0,67	0,73	0,61
1100	1°57',3	3413	3°19',9	5821	620,2	12,75	17,4	30,0	44,8	1,14	3,12	252,7	49,0	29	47	41	12	—	—	—	0,79	0,83	0,71
1200	2°16',2	3965	3°56',1	6879	677,9	16,33	14,7	25,4	37,4	1,48	3,53	242,0	45,0	28	45	39	12	—	—	—	0,91	1,01	0,84
1300	2°36',8	4564	4°36',3	8056	736,5	20,54	12,5	21,5	31,8	2,03	3,96	230,4	40,8	26	42	37	11	—	—	—	1,05	1,28	1,02
1400	2°58',9	5211	5°20',3	9343	795,7	25,53	10,8	18,5	27,4	2,57	4,40	221,3	37,5	25	40	35	10	—	—	—	1,21	1,62	1,24
1500	3 22',9	5909	6° 9',1	0,10779	855,0	31,29	9,3	15,9	23,6	3,18	4,87	211,1	34,3	24	38	33	10	—	—	—	1,37	2,04	1,49
1600	3 48',6	6659	7° 2',4	12350	914,5	37,90	8,1	13,9	20,5	3,98	5,36	203,0	31,7	23	36	32	10	—	—	—	1,54	2,35	1,70
1700	4 16',2	7467	8° 1',4	14095	973,8	45,53	7,1	12,1	17,9	4,78	5,86	194,3	29,0	22	34	30	9	—	—	—	1,72	2,78	1,96
1800	4°45',8	8332	9° 5',4	16000	1033,0	54,20	6,2	10,7	15,7	5,90	6,40	187,6	27,0	21	33	29	9	—	—	—	1,92	3,45	2,34
1900	5°17',4	9259	10°15',6	18102	1093,6	64,0	5,5	9,4	13,9	7,03	6,96	179,2	24,6	20	31	27	8	—	—	—	2,14	4,35	2,83
2000	5°51',1	0,10248	11°31',5	20390	1155,1	75,1	4,9	8,3	12,3	8,27	7,54	173,9	23,2	19	29	26	8	—	—	—	2,37	5,36	3,38
2100	6°27',5	11318	12°54',0	22904	1218,3	87,7	4,4	7,4	10,9	9,83	8,15	167,5	21,5	18	27	25	7	—	—	—	2,60	6,07	3,79
2200	7° 6',3	12466	14°22',5	25630	1281,4	102,0	3,9	6,6	9,7	11,40	8,77	162,6	20,3	17	26	24	7	—	—	—	2,86	7,24	4,41
2300	7°48',4	13709	15°58',2	28617	1345,2	118,1	3,5	5,9	8,7	13,52	9,43	156,5	18,8	16	24	23	7	—	—	—	3,15	8,88	5,26
2400	8°33',5	15048	17°40',0	31850	1409,4	136,3	3,1	5,3	7,8	15,64	10,12	152,6	17,9	16	23	22	7	—	—	—	3,45	10,97	6,30
2500	9°22',0	16495	19°32',0	35477	1474,0	156,8	2,8	4,8	7,0	17,94	1,34	147,9	16,8	15	22	21	6	—	—	—	3,78	13,52	7,55
2600	10°14',1	18056	21°31',2	39450	1538,9	179,8	2,5	4,3	6,3	20,85	11,60	144,1	15,9	14	21	20	6	—	—	—	4,14	16,53	9,06
2700	11°10',6	19758	23°40',8	43854	1604,2	205,9	2,3	3,9	5,7	23,65	12,40	140,2	15,1	14	20	20	6	—	—	—	4,52	20,00	10,70
2800	12°11',4	21602	25°56',9	48660	1669,9	235,3	2,1	3,5	5,1	26,62	13,24	137,2	14,4	14	19	19	6	—	—	—	4,92	23,94	12,62
2900	13 17',9	23636	28 23',7	54060	1736,2	268,7	1,9	3,1	4,6	31,49	14,13	134,2	13,8	13	19	18	5	—	—	—	5,36	28,34	14,71
3000	14°30',2	0,25868	30°57',6	0,59990	1803,0	306,7	1,7	2,8	4,2	35,69	15,08	131,9	13,3	13	18	18	5	—	—	—	5,81	33,20	17,02









18

892

15



1