

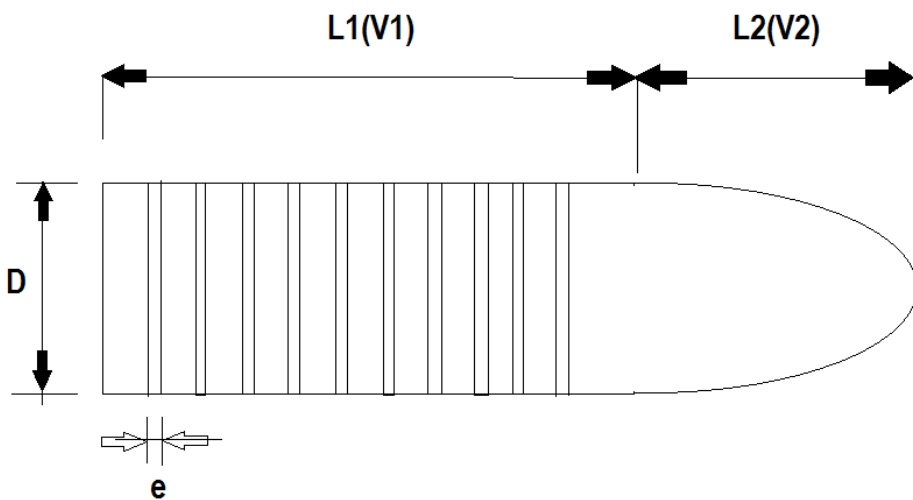
CALCUL DES ELEMENTS CARACTERISANT UN PROJECTILE

Par : Alain LAUNAY

Nous vous proposons ici une méthode précise pour évaluer d'une façon précise quel sera le poids d'un projectile à partir de son dessin compte tenu de la densité de l'alliage à base de plomb que vous utiliserez. Puis la détermination de son coefficient balistique pour calcul des trajectoires et corrections sur les organes de visée .

Les dessins de base :

1/ Projectile avec gorge de graissage :



On voit que le projectile se compose de 2 parties, l'une cylindrique de longueur $L1$, l'autre ogivale de longueur $L2$

La partie $L1$ comporte en outre des cannelures de graissage de longueur e . et de profondeur que nous considérerons identiques

La base du projectile est considérée comme plate. Dans ce cas les variables sont

D = diamètre du projectile en mm .

$L1$ = longueur de la partie cylindrique avec les cannelures en mm.

$L2$ = longueur de la partie de l'ogive en mm.

e = largeur d'une cannelure en mm.

d = densité de l'alliage.

L = longueur total du projectile= $L1+L2$ en mm.

Les variables calculées sont :

$PLV1, PLV2$ Correspondant au poids des longueurs $L1$ et $L2$ en grammes.

PT =poids total ($PLV1+PLV2$) en grammes.

$PTGrains$ = poids total ($PLV1+PLV2$) en grains avec le facteur de conversion 1 grain=0.0648gr

Le tableau Excel pour les projectiles à cannelures :

**TABLEAU
1**

	CALIBRE .451		NO PATCH						
D=0.451	LV1	LV2	L TOTAL	d	e total	PLV1	PLV2	PT	PT GRAINS
11,45	20	8	28	11,32	1,96	23,31	6,53	27,88	430
11,45	22	8,2	30,2	11,32	2,15	25,64	6,69	30,18	466
11,45	23	8,5	31,5	11,32	2,25	26,81	6,94	31,49	486
11,45	24	8,6	32,6	11,32	2,35	27,97	7,02	32,64	504
11,45	25	8,9	33,9	11,32	2,44	29,14	7,26	33,96	524
11,45	26	9	35	11,32	2,54	30,31	7,34	35,11	542
11,45	27	9,5	36,5	11,32	2,64	31,47	7,75	36,58	565
11,45	28	10	38	11,32	2,74	32,64	8,16	38,06	587
11,45	29	10	39	11,2	2,81	33,44	8,07	38,71	597

Dans ce cas la formule de base pour le calcul est la suivante :

$$PT = PLV1 + PLV2 - e$$

e est calculé de la façon suivante dans le cas du dessin ci-dessus :

il représente le poids de plomb correspondant au volume total des cannelures * densité de l'alliage soit dans le cas présent 10 cannelures

$$= 10 * (3,1416 * ((11,45 - 10,35) * (11,45 - 10,45)) * C5 * F5 / 4) / 1000$$

En remplaçant le chiffre 10 par celui réel du nombre de cannelures que vous souhaitez pour votre projectile vous aurez un poids correspondant au volume total des cannelures.

PLV1 est calculé par la formule de base :

$$PLV1 = 3.1416 * (D * D) * L1 * d / 4$$

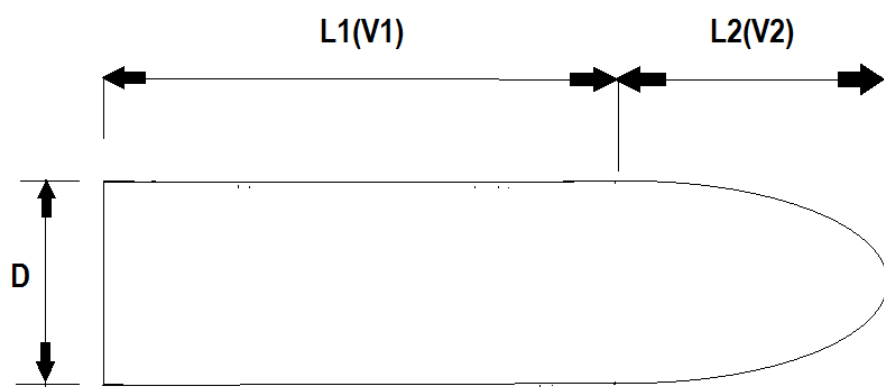
$$PLV2 = 3.1416 * (D * D) * L2 * d / 4 * 0.7$$

On considère ici que le volume de l'ogive est de 30% en moins par rapport au volume d'un cylindre de même longueur.

Donc au final nous avons : Poids Total en grammes = PLV1 + PLV2 - e

En grains ! PT Grains = PT / 0.0648

2/ Projectile lisse pour calepin



On voit que le projectile se compose de 2 parties, l'une cylindrique de longueur L1, l'autre ogivale de longueur L2. Il n'y a pas de cannelures de graissage .La base du projectile est considérée comme plate.

D= diamètre du projectile en mm .

L1= longueur de la partie cylindrique avec les cannelures en mm.

L2= longueur de la partie de l'ogive en mm.

e= largeur d'une cannelure en mm= 0=Zéro

d= densité de l'alliage.

L= longueur total du projectile= L1+L2 en mm.

Les variables calculées sont :

PLV1,PLV2 Correspondant au poids des longueurs L1 et L2 en grammes.

PT=poids total (PLV1+PLV2) en grammes.

PT Grains= poids total (PLV1+PLV2) en grains avec le facteur de conversion 1 grain=0.0648gr

Le tableau Excel

**TABLEAU
2**

CALIBRE .446 PATCH

D=0.446	LV1	LV2	L TOTAL	d	e total	PLV1	PLV2	PT	PT GRAINS
11,32	20	8	28	11,32	0,00	22,79	6,38	29,17	450
11,32	22	8,2	30,2	11,32	0,00	25,06	6,54	31,60	488
11,32	23	8,5	31,5	11,32	0,00	26,20	6,78	32,98	509
11,32	24	8,6	32,6	11,32	0,00	27,34	6,86	34,20	528
11,32	25	8,9	33,9	11,32	0,00	28,48	7,10	35,58	549
11,32	26	9	35	11,32	0,00	29,62	7,18	36,80	568
11,32	27	9,5	36,5	11,32	0,00	30,76	7,58	38,34	592

11,32	28	10	38	11,32	0,00	31,90	7,97	39,87	615
11,32	29	10	39	11,2	0,00	32,69	7,89	40,58	626

PLV1 est calculé par la formule de base :

$$PLV1 = 3.1416*(D*D)*L1*d/4$$

$$PLV2 = 3.1416*(D*D)*L2*d/4*0.7$$

$$e=0$$

On considère ici que le volume de l'ogive est de 30% en moins par rapport au volume d'un cylindre de même longueur.

Donc au final nous avons : Poids Total en grammes = PLV1+PLV2

En grains ! PT Grains = PT/ 0.0648

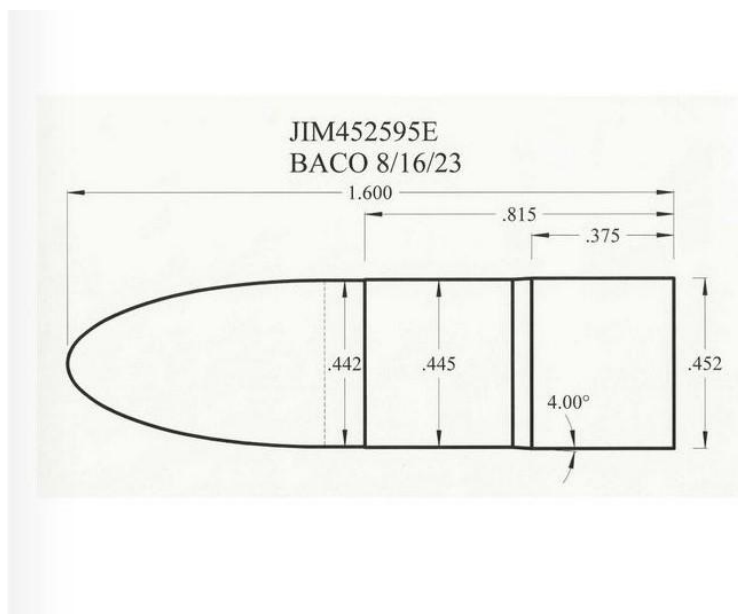
On voit de suite que lors des tirs à très grandes distances pour lesquelles les projectiles ' lourds' affichent une nette supériorité que les longueurs totales des projectiles est finalement assez restreinte et varie de 35 à 39mm pour les projectiles à cannelures d'un diamètre de 0.451 et de 33.9 à 36.5 pour des projectiles de .446 destinés à être patchés.

Pour les projectiles cannelés destinés au chargement culasse avec un diamètre au plat des rayures de .457 on a une longueur totale de 31.5 à 33.9mm.

Pour les projectiles à calepins destinés au chargement culasse avec un diamètre au plat des rayures de .451 on a une longueur totale de 35 à 39mm.

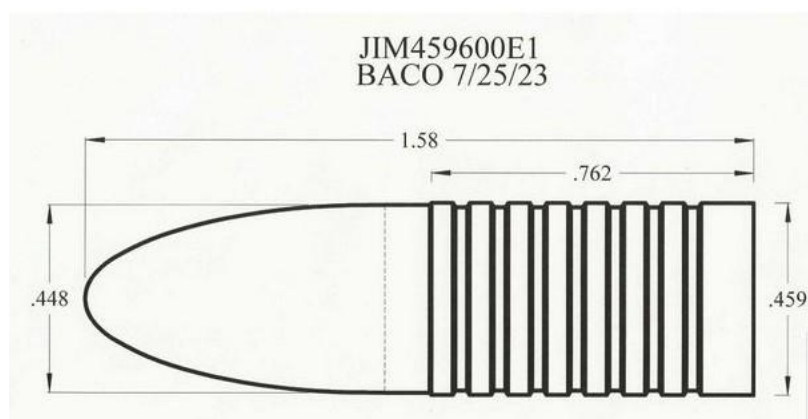
Profil----Coefficient balistique-Vitesse

Pour avoir une trajectoire aussi tendue que possible avec le moins de susceptibilité de dérive au vent il faut des projectiles de poids entre 550-600 grains partant avec une V° entre 390-410m/sec . Compte tenu de ces éléments et des contraintes de dessin de balles, il est bon d'avoir des balles avec une ogive assez marquée. Mais il faut tenir compte du pas de rayures... Cependant il sera difficile d'obtenir un projectile doté d'un coefficient balistique supérieur à 0.43. Le projectile de +/- 555 grains du à Arnie Seltz :

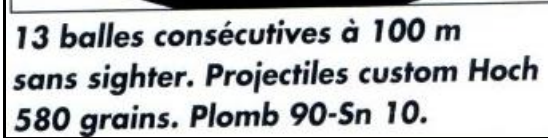


Avec une ogive elliptique est excellent. Ici monté sur une .45-100 ou .45-90

Le même mais avec gorges de graissage



Le projectile suivant nous a donné toutes satisfactions dans nos Sharps



le .45-70Gvt.

520grains +/-



**13 balles consécutives à 100 m
sans sighter. Projectiles custom Cornell
520 grains. Plomb 50-Lino 45-Sn 5.**

En réduisant le nombre de gorges de graissage à 2 on a un projectile très proche du précédent et en allongeant de 2-3mm la partie cannelée on aura un projectile de 39mm de long pour un poids de 560-570 grains.

Pour les Sharps aux USA, Kenny Wasserburger , Tireur bien connu, utilise avec succès ce projectile avec ogive très profilée.



DETERMINATION DU COEFFICIENT BALISTIQUE

Ce paramètre peut se calculer de 2 façons :

1/ formule théorique : $C = P / d^2 \cdot i$ formule dans laquelle :

Le facteur de forme peut s'apprécier d'après une table

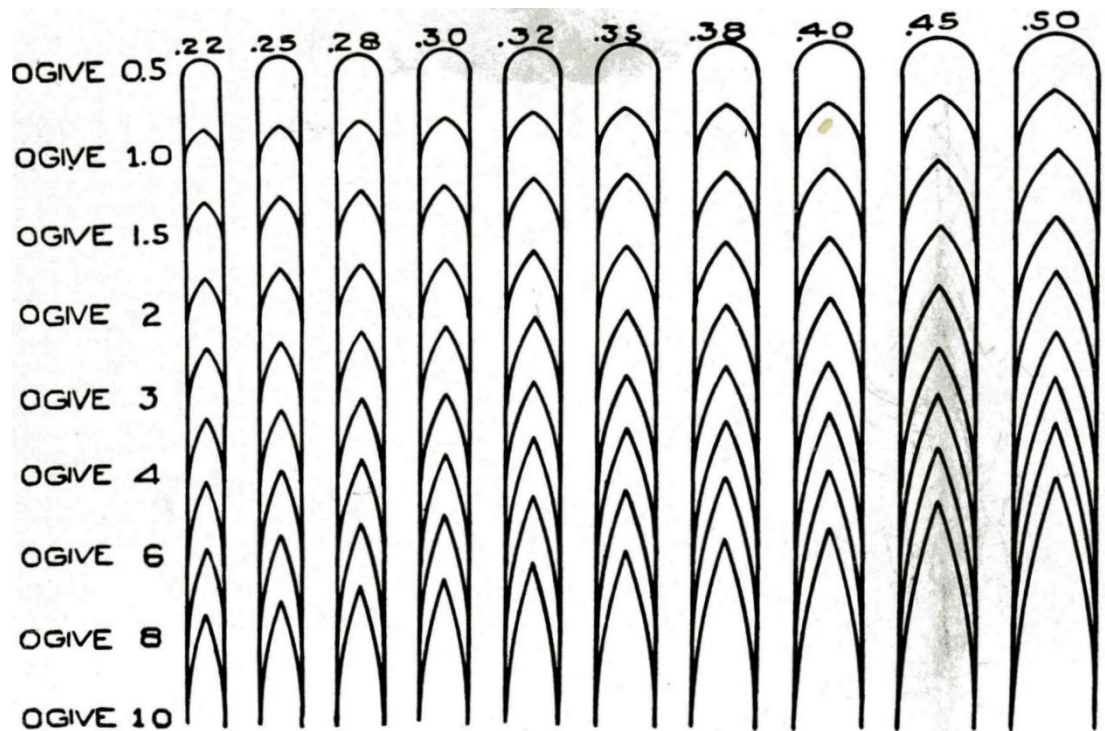
P= Poids en livres ; d =diamètre à fond de rayures du canon. I= facteur de forme.

Unité de mesures : 1 livre=453.592 grammes .1 grains =0.0648 gramme

Ex P=580 grains ; d= .457

P= 580*0.0648=37.58 grammes= 0.0828 livre ; C= 0.0828/ .457*.457*i=0.39*i

Détermination du facteur de forme à l'aide d'abaques (Hachter's Notebook)



Dans ces abaques choisir le profil d'ogive le plus proche en fonction du calibre le plus proche de celui de votre projectile. A l'évidence dans nos cas cela se situe entre ogive 0.5 et ogive 1.0 soit $(1+0.5)/2 = 0.75$. Donc le coefficient balistique moyen se situe vers $0.75 * 0.39 = 0.29$. Mais cela dépend aussi de la zone de vitesse et de la densité de l'air donc la température dans laquelle se meut le projectile.

2/La seule véritable méthode donnant une valeur exacte en fonction de cette zone de vitesse réside en la mesure de la vitesse à la bouche et sa valeur une distance définie **A CONDITION DE POUVOIR REALISER LES MESURES DE VITESSE AVEC UN CHRONOGRAPHE** et d'avoir recours aux tables d'Ingalls- Mayevski ou à un logiciel comme Strellok.

Dans ce cas la formule à utiliser est :

$C = D / (SV^o - SVr)$ ou D = distance en mètres, SV^o et SVr sont les fonctions d'espace telles que définies dans les tables D' Ingalls. (Bien convertir les unités de vitesse en feet/sec)

Ex : $V^o = 420 \text{ m/sec} = 420 * 3.28084 = 1377 \text{ ft/sec}$; $SV^o = 7937.9$; $Vr = 405 \text{ m/sec} = 1328.785 \text{ ft/sec}$
à 100yards : $SVr = 8222.5$

$C = 100 / (8222.5 - 7937.7) = 100 / 284.8 = 0.351$

A titre indicatif Lyman dans son Cast Bullet Handbook indique pour la balle 457132 de 490 gr un coefficient balistique moyen de 0.384. Le calcul avec les tables d'Ingalls donne un Coefficient de 0.372 sur 0.50 yds et 0.367 sur 0-100 yards.

Incidence du poids sur le CB

Si l'on considère 2 projectiles ayant le même profil d'ogive donc même facteur de forme quelle est l'incidence de la variation de poids. ?

Prenons un projectile de 490 grains et un autre de 560 grains soit 70 grains de différence.

Dans le 1^{er} cas le projectile pèse : $490 \times 0.0648 = 31.75$ gr soit 0.0699 livre

Dans le 2nd cas : $560 \times 0.0648 = 36.28$ gr = 0.0799 livre

Nous avons CB(490) : $C = P/d \times d \times i. = 0.384$ d'où un facteur de forme = 0.87

Dans le 2nd cas CB= 0.43 donc une variation de 10%

Mais ce sont des valeurs théoriques. La pratique a démontré que des mesures très précises notamment sur les projectiles Lyman donnent un écart en baisse de l'ordre de 1.8-2.% par rapport aux tables Lyman.

Egalement les CB de projectiles à gorges de graissage sont nettement plus faibles que ceux de balles calepinées dont le corps est parfaitement lisse.

Incidences sur les calculs de trajectoires

1/ CB= .390

M:	V	E	QM	DR	HS	T
0	410	270	13.4	0.0	-0.76	0.0000
100	369	219	12.1	-31.3	7.40	0.2572
200	338	183	11.1	-134.7	35.38	0.5411
300	314	159	10.3	-323.7	88.12	0.8486
400	297	142	9.7	-610.4	169.92	1.1759
500	282	128	9.3	-1007.3	285.31	1.5223
600	270	117	8.8	-1521.3	437.32	1.8898
700	259	108	8.5	-2166.3	631.00	2.2623
800	249	100	8.2	-2951.6	870.31	2.6564
900	240	92	7.9	-3883.5	1158.32	3.0642

M:	TR1	TR2	TRX	TR4	WD(16)	COA
0	-1.9	-3.8	-2.5	-3.8	0.0	0.0
100	12.3	67.2	220.1	134.3	5.9	12.0
200	-45.5	66.2	370.7	200.4	23.8	24.6
300	-189.1	-20.4	435.7	180.8	52.2	39.1
400	-430.2	-204.7	403.0	63.6	89.5	55.1
500	-781.6	-499.3	260.1	-163.8	135.4	72.7
600	-1250.1	-910.9	0.0	-508.4	187.9	91.4
700	-1849.5	-1453.5	-390.9	-983.8	248.1	111.5
800	-2589.3	-2136.5	-922.3	-1599.7	315.2	132.9
900	-3475.7	-2966.0	-1600.3	-2362.2	388.5	155.4

3/ CB=043

M:	V	E	QM	DR	HS	T
0	410	306	15.2	0.0	-0.76	0.0000
100	372	252	13.8	-31.1	7.32	0.2559
200	343	213	12.7	-133.0	34.76	0.5364
300	320	186	11.9	-318.2	86.11	0.8389
400	303	167	11.2	-598.2	165.46	1.1604
500	289	151	10.7	-983.4	276.65	1.4991
600	277	139	10.3	-1483.1	423.18	1.8532
700	266	129	9.9	-2105.3	608.36	2.2214
800	256	119	9.5	-2863.5	837.14	2.6053
900	247	111	9.2	-3763.0	1112.12	3.0025

M:	TR1	TR2	TRX	TR4	WD(16)	COA
0	-1.9	-3.8	-2.5	-3.8	0.0	0.0
100	12.0	65.4	214.0	130.3	5.4	11.9
200	-45.0	63.9	359.7	193.6	21.7	24.3
300	-185.2	-21.0	422.1	173.6	47.9	38.4
400	-420.2	-200.7	389.7	58.9	82.6	54.0
500	-760.5	-485.6	252.1	-161.2	125.0	70.9
600	-1215.2	-884.9	0.0	-495.6	174.2	89.1
700	-1792.5	-1406.8	-374.6	-952.6	229.8	108.4
800	-2505.8	-2064.7	-885.3	-1545.7	292.4	128.9
900	-3360.2	-2863.9	-1537.1	-2279.9	360.9	150.6

Calculs faits par fonction G1 avec logiciel personnel

On voit que pour une arme zéroée à 600m tirant un projectile de 0.39 de CB avec une V° de 410m/sec la chute à 800m est de 992cm (colonne TRX)

Alors qu'avec la même arme zéro à 600m tirant un projectile de CB=.43 avec la même V° la chute à 800 m n'est alors que de 885.3 soit un écart de $922-885=37\text{cm}$ soit 1'59 à 800m.

Bibliographie: Lyman Cast Bullet Handbook- Julian S. Hatcher's Notebook