

Balles en vol: la balistique extérieure pratique

La science expliquée simplement
aux tireurs qui ont envie de comprendre

Module 5: la vitesse initiale
(5.4: mesures et calculs)

Premier slide

[Toujours le même.]

Distance au chrono

- V_0 n'est pas égal à V_3 ou V_5
- Mesurer et en tenir compte
 - directement dans la calculette
 - ou en jouant avec la V_0 dans la calculette pour obtenir la bonne valeur à la bonne distance (dans ce cas il vaut mieux mettre le chrono à une distance entière en m de la bouche du canon)

Chronographes

- Optique
- Magnétique
- Acoustique
- Micro-ondes (Doppler du pauvre)

Test comparatif

- Bryan Litz, "Chronograph Test"
<http://www.appliedballisticsllc.com/Articles/ChronographChapter.pdf>
- Excellente étude de chronographes disponibles au tireurs civils enthousiastes (sauf que Litz n'a pas su bien mettre en place et configurer le chrono acoustique, et les conclusion là-dessus sont du gros n'importe quoi)
- Je vais reprendre les grandes lignes des résultats, avec les corrections nécessaires

Chrono optique

- Précision: V moyenne, s bonne
- Avantages
 - Peu sensible au mauvais positionnement
- Inconvénients
 - Encombrant
 - Long à mettre en place
 - Précision moyenne, surtout pour des modèles courts (30-40 cm entre les capteurs)
 - Sensible à la lumière (doit être uniforme sur les deux capteurs, souvent problématique en lumière artificielle)

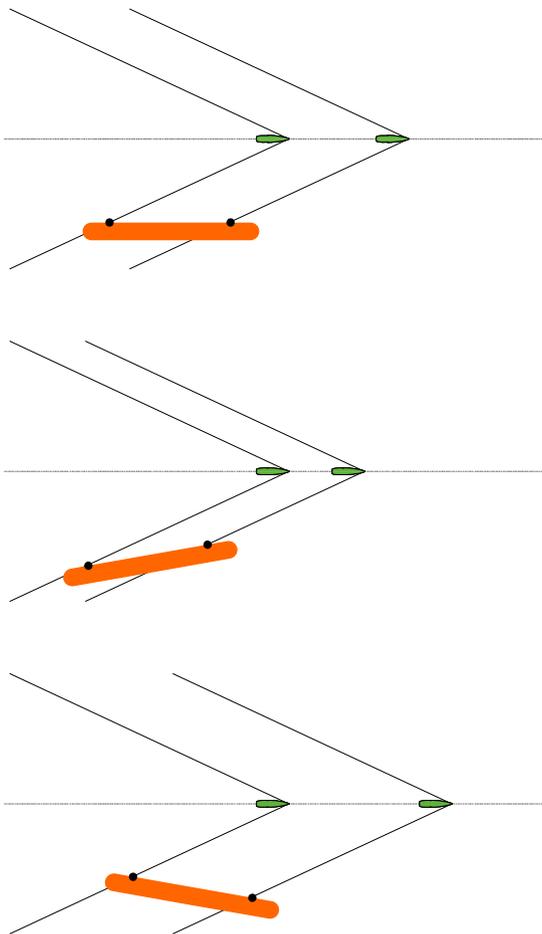
Chrono magnétique

- Précision: V excellente, s bonne
- Avantages
 - Compact, facile à monter (quand ça se monte)
 - Mesure vraiment la V0 à la bouche, pas besoin de trafiquer la valeur après
- Inconvénients
 - Montage de loin pas universel (freins de bouche, sils, prises de bayo, etc.)
 - [à ce qu'on dit] peut influencer le point d'impact (jamais pu constater personnellement)

Chrono acoustique

- Précision: V bonne, s bonne
- Avantages
 - Pare-balle! Peut être positionné loin et caché derrière un objet pare-balle (détecte 1.5 m au-dessus) – le seul qui permet de mesurer le coefficient balistique en prenant les mesures de vitesse à 300 m, sans risque de mort par balle
- Inconvénients
 - Mesure uniquement en supersonique
 - ÜBER-délicat à mettre en place!

Le piège acoustique



- Une petite erreur d'alignement = grosse erreur de résultats
- Ex. 1° d'inclinaison erronée = 5% d'erreur V_0
- Plus la balle est rapide, plus grande est l'erreur potentielle
- Le procédé décrit dans le manuel de mise en place ignore complètement l'élévation initiale. Ceci introduit une erreur dès le départ, qui est minimale avec des petites élévations de zéro tage ($\sim 100\text{m}$), mais devient de plus en plus grande quand on augmente la distance

Chrono à micro-ondes (Labradar)

- Disclaimer: aucune expérience personnelle (la curiosité coûte cher)
- Le Doppler du pauvre, puissance limitée pour passer chez les civils sans licence
- Limitations: 50 à 100 m de tracking (donc inutile pour déduire le BC), détecte le départ du coup acoustique (et nécessite donc un dispositif spécial si utilisation d'un RdS)
- Précision: V excellente, s excellente
- Avantages
 - Simple à mettre en place
 - Super-précis
- Inconvénients
 - \$\$\$
 - [à ce qu'on dit] presque impossible à faire marcher dans la plupart des stands 300m (tunnels, murs pare-balle, échos et blocage du signal)

Combien de cartouches?

Intervalle de confiance (\pm m/s) de V0 dépendamment de l'écart type

coups	écart type								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	18.0	27.0	35.9	44.9	53.9	62.9	71.9	80.9	89.8
3	5.0	7.5	9.9	12.4	14.9	17.4	19.9	22.4	24.8
4	3.2	4.8	6.4	8.0	9.5	11.1	12.7	14.3	15.9
5	2.5	3.7	5.0	6.2	7.4	8.7	9.9	11.2	12.4
6	2.1	3.1	4.2	5.2	6.3	7.3	8.4	9.4	10.5
7	1.8	2.8	3.7	4.6	5.5	6.5	7.4	8.3	9.2
8	1.7	2.5	3.3	4.2	5.0	5.9	6.7	7.5	8.4
9	1.5	2.3	3.1	3.8	4.6	5.4	6.1	6.9	7.7
10	1.4	2.1	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.2
11	1.3	2.0	2.7	3.4	4.0	4.7	5.4	6.0	6.7
12	1.3	1.9	2.5	3.2	3.8	4.4	5.1	5.7	6.4
13	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
14	1.2	1.7	2.3	2.9	3.5	4.0	4.6	5.2	5.8
15	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5
16	1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	3.7	4.3	4.8	5.3
17	1.0	1.5	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1
18	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
19	1.0	1.4	1.9	2.4	2.9	3.4	3.9	4.3	4.8
20	0.9	1.4	1.9	2.3	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7
21	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.1	4.6
22	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.1	3.5	4.0	4.4
23	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.0	3.5	3.9	4.3
24	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5	3.0	3.4	3.8	4.2
25	0.8	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1

D'où on sort l'écart-type: estimation

- Calcul à la main:
 - Faire la moyenne des mesures: $v_M = (v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_N) / N$
 - Pour chaque mesure calculer l'écart: ex. $v_2 - v_M$
 - Le mettre au carré
 - Faire la somme des carrés de tous les écarts
 - La diviser par $(N-1)$
 - En prendre la racine carrée
- Fonction Excel (ou Calc) "STDEV"
- Beaucoup de chronos savent le faire directement!
Ça s'appelle "standard deviation" ou "SD".

La température, quand tu nous tiens

- "Près du corps" = ingérable. Cartouches à l'ombre! (laisser ~30 minutes pour être sûr). Même chose qu tir, d'ailleurs.
- En manuel – ne recharger qu'avant de lâcher le coup (éviter que la chambre chaude ne chauffe la poudre)
- En semi – tirer 1 coup / minute (la torture!)
- Pour déterminer la dépendance de température, s'assurer qu'il y a au moins 10°C de différence entre les journées de mesure, ensuite
$$dt = (V1-V2)/(T1-T2)$$