

Balles en vol: la balistique extérieure pratique

La science expliquée simplement
aux tireurs qui ont envie de comprendre

Module 5: la vitesse initiale
(5.1: la V_0 dans son habitat naturel)

Premier slide

[Toujours le même.]

La vitesse initiale (V_0 , "V-zéro"): plus complexe qu'on ne le croit

- La trajectoire dans une atmosphère donnée est à 99.9% déterminée par le coefficient balistique et la vitesse initiale.
- Le BC est entouré de mythes et de légendes (tandis qu'en réalité il n'y a rien de complexe derrière).
- Le concept de la V_0 – au contraire! – paraît évident. L'évidence est trompeuse; la Voie de Connaissance de la V_0 nous réserve bien de surprises.



Image pour attirer l'attention: tableau épique de John Lurie "Bear Surprise".

Petite excursion du côté de la balistique intérieure

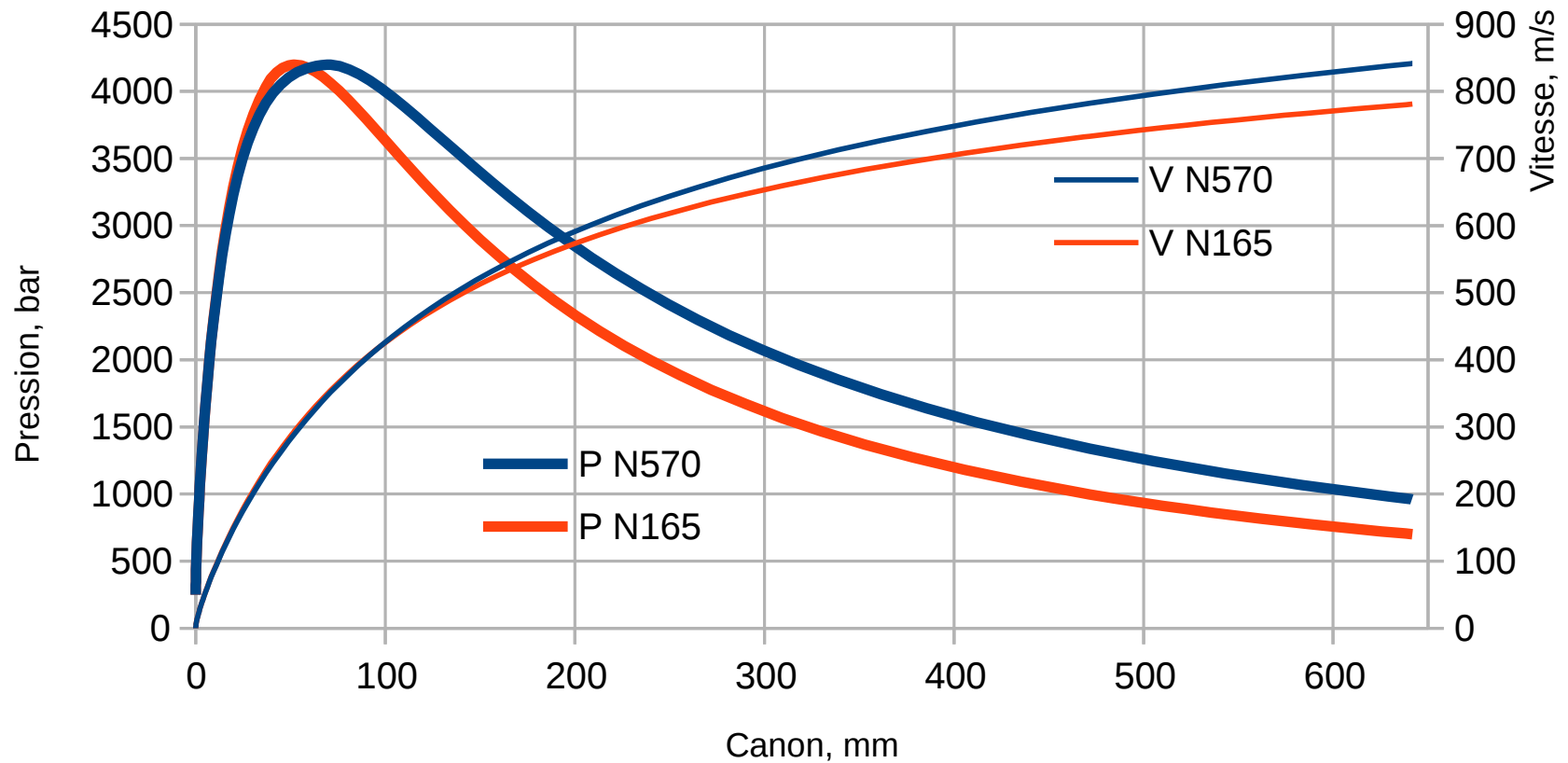
- Volume de la chambre, dimensions précises, géométrie de la douille, profondeur de placement du projectile.
- Courbe de combustion de la poudre, volume des gaz.
- Poids de la poudre et son volume.
- Diamètre, poids et surface porteuse du projectile.
- Longueur et diamètre intérieur du canon.
- Température de la charge avant combustion.
- Longueur de la partie lisse du canon (avant les rayures).
- La pression de sertissage du projectile dans la douille.

Accélération

- La balle accélère sous pression des gaz de combustion.
- Le max de la pression est au début, quand la poudre brûle déjà en toute puissance, mais il n'y a pas encore beaucoup de volume pour les gaz.
- Pour les calibres fusil, le max de la pression est généralement atteint quand la balle traverse les 10 premiers cm du canon. A cette étape, elle a déjà atteint 40 à 60% de sa vitesse finale.

Exemple: .338 Lapua Mag

.338 Lapua Mag: pression et vitesse



Vitesse de combustion

- Le N165 brûle plus vite, atteint le max de pression plus vite, mais perd de la pression plus vite aussi – la poudre a fini de brûler complètement quand le projectile est avancé ~470 mm dans le canon
- Le N570 est une poudre spéciale magnum, pour les douilles à grande capacité – ça atteint la pression max plus tard, mais continue à envoyer du jus (pression) jusque à ce que la balle quitte le canon; comme résultat, il y a 60 m/s (7%) de V_0 à la sortie, à la même pression maximale dans la chambre.
- Pour des canons plus courts, douilles plus petites, et projectiles plus légers le paysage peut être complètement inverse: une poudre plus rapide aurait le temps de transmettre tout son potentiel à la balle, pendant que la lente aurait "à peine commencé à vraiment brûler".



Des pdi en rafale

5.1. La V_0 dépend de longueur du canon (Ô merci, Capitaine Évidence!).

5.2. [un pdi bonus] Les règles abondantes sur Internet, du genre "enlever/ajouter XX m/s par YY mm de longueur du canon" montrent, au mieux, "la direction générale du nord". Les poudres peuvent être très différentes; dépendamment de la poudre et du segment du canon la divergence avec la réalité peut être de $1.5x-2x$.

5.3. Ceci dit, pour les cartouches fusil et des canons de plus de 20 cm, la dépendance de V_0 en fonction de la longueur du canon est quasiment linéaire.

Le canon influe

- Mais il y a aussi la chambre et le canon!
- La différence admissible de volume de la chambre n'excède en général pas 2% = peu d'influence sur la V_0 .
- Le canon, par contre, est une circonstance bien plus déterminante.
- Au même calibre, le diamètre intérieur des canons est un peu différent, comme le pas et la forme des rayures.
- La surprise la plus traître – au fur et à mesure de l'usure du canon, la V_0 diminue (la balle bouche le canon moins bien, et la pression des gaz est moindre).



A retenir

5.4. Avec la même cartouche, la même longueur du canon ne signifie pas la même vitesse initiale. Les canons de fabricant différents peuvent donner jusqu'à 3% de différence de V_0 .

5.5. A l'usure du canon, la V_0 diminue. Si on est la poursuite de la précision absolue, ça vaut la peine de la vérifier toutes les ~1000 cartouches.

Rechargement automatique

- Armes en semi- ou en full-auto: une partie de l'énergie des gaz de combustion est dépensée en rechargement, ce qui a forcément une influence sur la V_0 .
- Cet effet est, toutefois, largement exagéré par la radio-stand.
- L'emprunt des gaz intervient quand la balle a déjà pris la majorité de sa vitesse, et la quantité des gaz nécessaire pour le cycle de rechargement est négligeable en comparaison avec la quantité nécessaire pour accélérer la balle (cf. diamètre du canon vs. diamètre du trou d'emprunt des gaz).
- En pratique, la différence de V_0 entre une arme en semi et la même arme avec l'emprunt des gaz bloqué ne dépasse pas 1%.

Croyez-vous que c'est fini?

- On a à peine commencé.
- Dites bonjour au piège radical de la V0 – j'ai nommé la dépendance de la température.
- Il y a 3 nouvelles: deux mauvaises et une bonne.



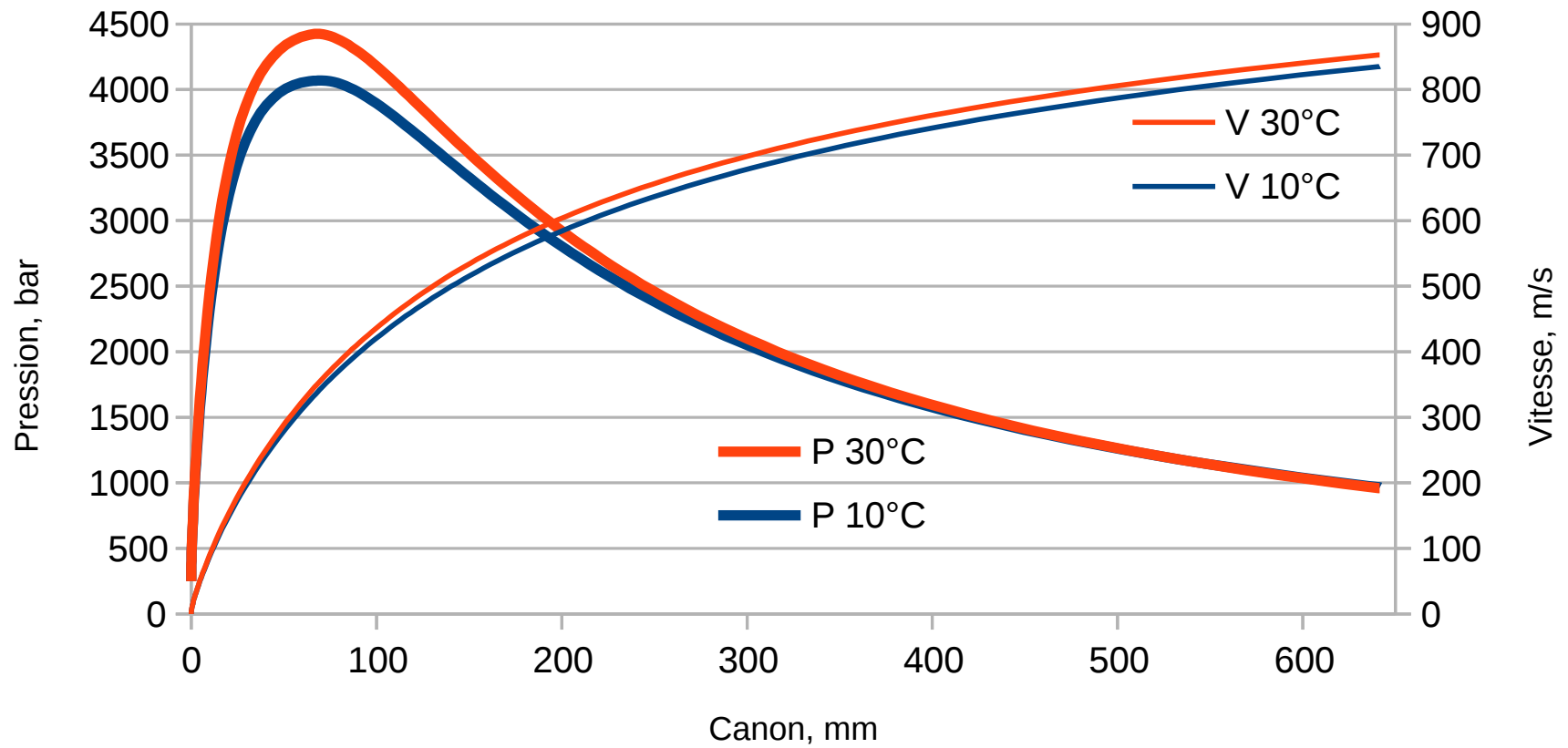
Mauvaise nouvelle #1

5.6. Pour une combinaison arme+cartouche données, il n'existe pas de valeur de V_0 juste. Il existe seulement une valeur de V_0 pour une arme+cartouche+**température** données.

- Dépendamment de la température initiale, la poudre brûle plus ou moins vite. Plus c'est chaud au départ, plus puissamment ça brûle, en créant plus de pression, et en accélérant plus la balle.
- **NOTA BENE:** on parle bien de la température de la poudre, ce qui n'est pas nécessairement égal à la température ambiante ou à la température de l'arme.

En image:

Pression et vitesse en fonction de la température





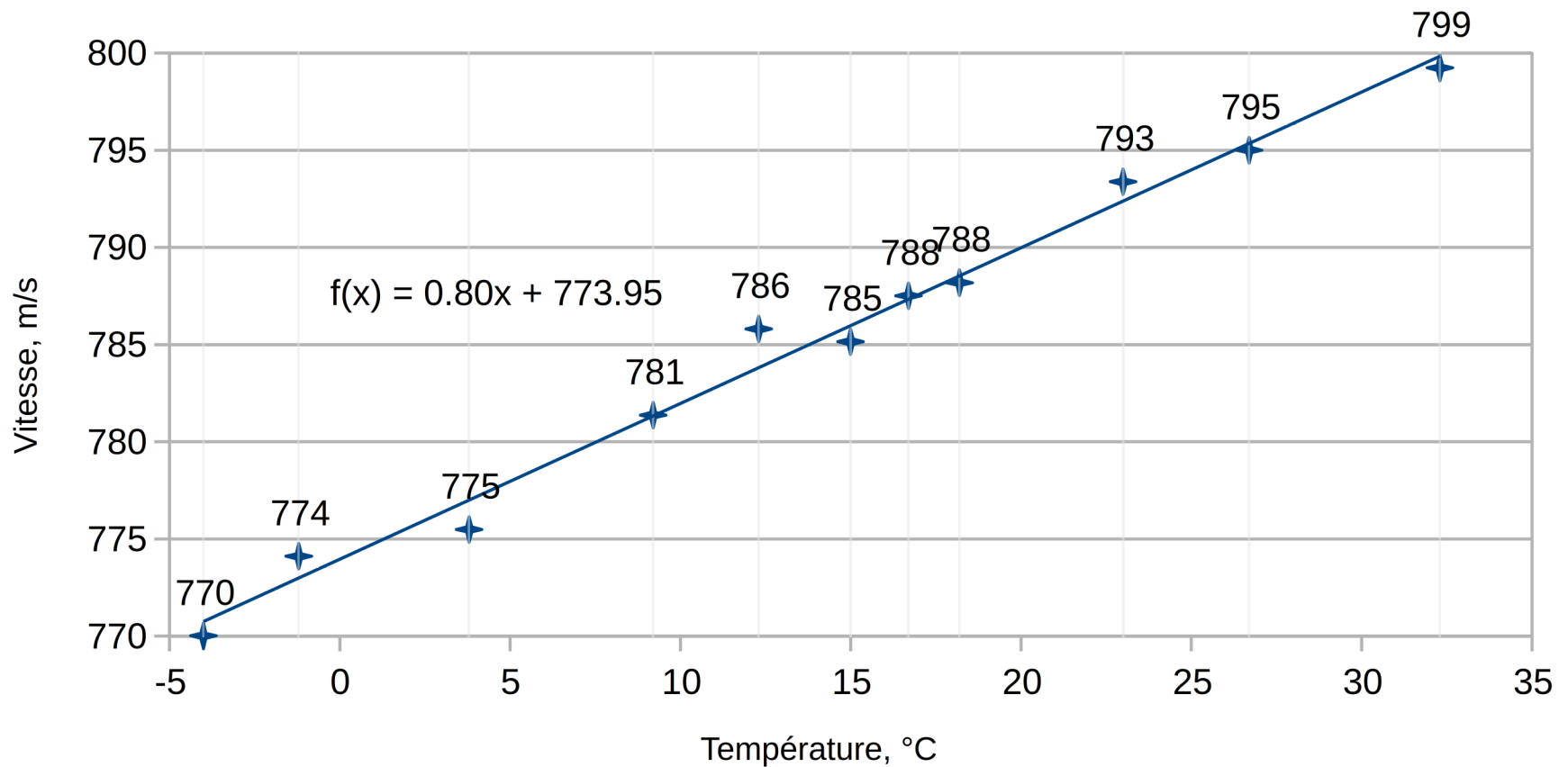
Bonne nouvelle #1

5.7. La dépendance de vitesse initiale de la température est pratiquement linéaire.

C. à d., par exemple, pour le cas ci-dessus on peut dire qu'en moyenne pour chaque °C il faut rajouter ou enlever 0.9 m/s de V_0 .

Mesures expérimentales personnelles avec un Mq. 31

Adolf Furrer und Eduard Rubin vs. température





Mauvaise nouvelle #2

5.8. La dépendance de température est différente pour les calibres et poudres différents.

- En moyenne, c'est du 1 ± 0.3 m/s par °C.
- En pratique, pour des charges/calibres inconnus, sans l'opportunité de prendre des mesures, j'assume 1 m/s par °C (et, en général, ne suis pas trop loin de la réalité).

Des poudres insensibles à la température

- Oui, ça existe – des boîtes sœurs Hodgdon (série "Extreme") et IMR (série "Enduron")
- La dépendance est toujours là, mais c'est du 0.1-0.25 m/s par °C – négligeable en pratique.

La balistique intermédiaire *strikes back*

- La présence d'accessoires au bout du canon peut influencer la V_0 .
- Un frein de bouche développé peut rajouter dans les 3-4 m/s.
- Un réducteur de son – 5-6 m/s.

Un pdi qu'on entend à peine

5.9. Si possible, il faut mesurer la V_0 avec exactement les mêmes accessoires au bout du canon, que sont prévus pour le tir.



Et un pdi [jusque-là, global]

5.10. Il faut mesurer la vitesse initiale. Il ne faut pas croire des chiffres écrits (si ce ne sont pas des chiffres d'un manuel militaire).