

NSTCV

Initiation au rechargement des cartouches métalliques

Table des matières

1. BALISTIQUE INTERIEURE	2
1.1. COMPARAISON DE PRESSION ENTRE POUDRES DE VIVACITE DIFFERENTES A VO IDENTIQUE.....	3
1.2. PRESSION A VOLUME LIBRE IDENTIQUE.....	5
1.3. INFLUENCE DE LA VARIATION DE CHARGE.....	6
1.4. INFLUENCE DE LA VARIATION D'ENFONCEMENT DU PROJECTILE.....	7
1.5. INFLUENCE DU POIDS DU PROJECTILE.....	10
1.6. INFLUENCE DE LA PRESSION DE DEPART.....	13
1.7. MISE EN GARDE :.....	15
2. BALISTIQUE EXTERIEURE	16
2.1. GENERALITES.....	16
2.2. INFLUENCE DE L'INCERTITUDE DE LA VITESSE SUR LES IMPACTS.....	18
2.3. MODES DE VISEE.....	20
2.4. INFLUENCE DU VENT SUR LA DEFLEXION DES IMPACTS.....	22
2.5. STABILITE DU PROJECTILE.....	24
2.6. PHENOMENES VIBRATOIRES.....	25
3. RECHARGEMENT	26
3.1. PRECAUTIONS D'USAGE.....	26
3.2. OUTILLAGE ET CONSTITUANTS NECESSAIRES.....	27
3.3. DETAIL DE L'OUTILLAGE.....	27
3.4. LES OPERATIONS DE RECHARGEMENT.....	34
3.5. MODE OPERATOIRE DE REGLAGE DES OUTILS.....	35
3.5.1. Matrice à recalibrer et désamorcer.....	35
3.5.2. Matrice à évaser le collet.....	35
3.5.3. Matrice de mise en place du projectile/ sertissage.....	36
3.6. MODE OPERATOIRE DE RECHARGEMENT.....	37
CONCLUSION	38

NOTA : Ce document a été réalisé en partie à l'aide d'un simulateur de balistique intérieure « Quickload » et de divers simulateurs de balistique extérieure « Quicktarget », « Ballistics Explorer » (version démo limitée), « Modern Ballistics » (Freeware, gratuit). Sachant que beaucoup de tireurs n'accordent qu'une confiance très limitée dans la simulation de balistique intérieure, j'ai réalisé des mesures de vitesse de diverses cartouches en différents calibres, différentes poudres et différents projectiles, en vue de valider cette simulation. Sur plus d'une vingtaine de mesures, (chaque mesure représente la moyenne faite sur le tir d'un lot homogène de 10 cartouches), 80% des vitesses moyennes mesurées étaient dans une fourchette inférieure à $\pm 1,5\%$ par rapport à la vitesse simulée, 20% des vitesses moyennes mesurées étaient inférieures de 8,5% à 3,5% à celle simulée du fait d'un faible taux de chargement avec une poudre inadaptée à ce taux, et donc sensible à la disposition de celle ci dans la cartouche. Les écarts types mesurés ont été en moyenne de 1,9% de la vitesse moyenne, sauf pour les cartouches à faible taux de chargement pour lesquelles la valeur moyenne de l'écart type était de 4.3%.

Ces résultats vont au delà de ce que j'espérais car je me serais largement contenté d'une prédiction à $\pm 10\%$, mais grâce à la compréhension des divers et très nombreux paramètres conditionnant les résultats de simulation, **la mesure réelle et la simulation ont été très proches**, ce qui permet la validation des résultats de simulation.

Alain BERREBY

NSTCV

Informations utiles pour une approche sur le rechargement

En vue d'aborder une approche sur le rechargement des cartouches, il est utile d'avoir une introduction sur les différentes facettes tournant autour de cette spécialité.

Pour mieux assimiler la finalité de cette approche, des notions de **balistique intérieure** et de **balistique extérieure** sont requises afin de mieux assimiler la phase de **rechargement** proprement dite, ce qui permettra de sélectionner au mieux les composants (projectiles, poudre) en vue d'une performance souhaitée (régularité, tension de trajectoire, vitesse, puissance) et de recharger avec une sécurité accrue.

En effet, il ne s'agit pas de recharger aveuglément ses cartouches sans connaître ce que les choix, les gestes effectués et l'ensemble des incertitudes impliquent sur la balistique intérieure et la balistique extérieure. En effet, la balistique intérieure permet de mieux appréhender le bon choix de poudre pour un projectile choisi, tandis que la balistique extérieure permettra le bon choix de projectiles en fonction de ses besoins.

Il est donc proposé de suivre cette progression.

1. Balistique intérieure

La balistique intérieure étudie tous les phénomènes qui interviennent à partir de l'allumage d'une poudre propulsive jusqu'à ce que le projectile quitte le tube.

La mise en mouvement du projectile s'effectue par une détente rapide des gaz contenus dans la poudre à l'état solide après que la réaction chimique et exothermique ait été amorcée.

La pression exercée sur le projectile dépend essentiellement de la quantité de poudre contenue dans l'étui, de la vivacité de celle-ci et du poids du projectile

La vitesse de projectile dépend de la pression exercée, de la durée de la combustion, du poids du projectile, de la longueur du canon, et dans une faible mesure de la pression de départ (pression nécessaire pour que le projectile quitte l'étui qui dépend en outre du sertissage).

Pour pouvoir avoir une certaine souplesse en fonction des résultats recherchés, il existe des poudres de différentes vivacités, à ne pas confondre avec la vitesse de combustion, mais par un souci de simplification on parlera de poudre « lente » pour une poudre à faible vivacité, de poudre « rapide » pour une poudre à forte vivacité, et « moyenne » pour une poudre à vivacité intermédiaire.

La vivacité exprimant le degré initial de fragmentation de la poudre qui est en général une caractéristique statique des poudres homogènes donc constante lors de la combustion de celle-ci sauf pour les poudres dites « poudres lissées » donc hétérogènes pour lesquelles la vivacité n'est pas constante lors de la combustion, on parle aussi de poudres progressives.

Après l'allumage de la charge, il y a combustion et dégagement de gaz dans un volume constant, d'où un accroissement de la pression et de la température dans la chambre de combustion. Au fur et à mesure que la pression augmente, la vitesse de combustion de la poudre augmente également (PSF uniquement), et les gaz sont produits encore plus rapidement.

Lorsque la pression atteint la **pression de départ** pour vaincre la force qui retient le projectile dans l'étui, celui-ci commence à avancer. Dans un premier temps, le déplacement du projectile ne crée pas un volume assez grand pour compenser la production de gaz propulsif. La pression continue donc à augmenter jusqu'à sa valeur maximale. Ensuite, le mouvement du projectile est tel que la production de gaz ne peut plus compenser l'augmentation de volume, la pression baisse jusqu'à ce que la combustion cesse ou que le projectile quitte le canon.

Pour illustrer les actions mises en cause, on se propose faire varier certains paramètres pour étudier le sens et l'amplitude des écarts que leurs variations entraîne sur la pression, la vitesse, l'accélération, le temps de trajet dans le canon.

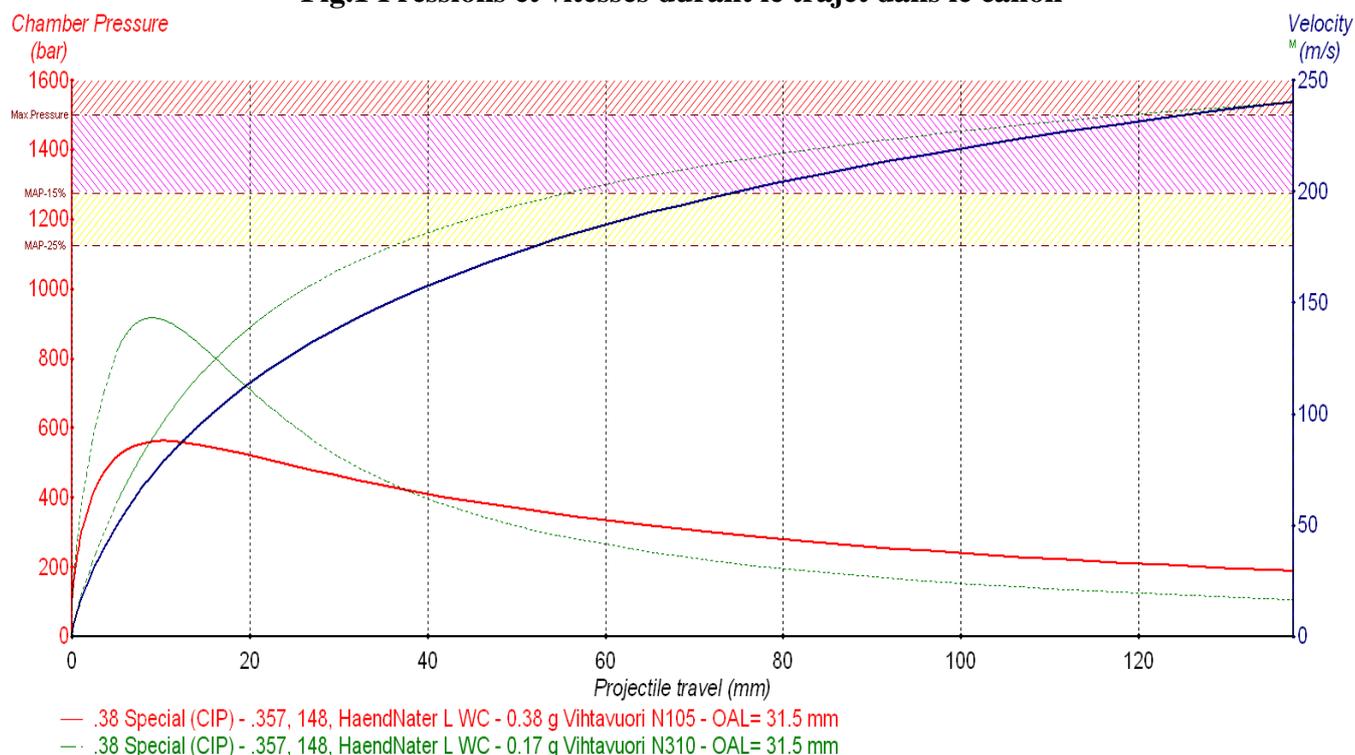
1.1. Comparaison de pression entre poudres de vivacité différentes à V_0 identique

On se propose de comparer la pression de chambre entre une poudre « moyenne » et une poudre « rapide » pour une même vitesse initiale V_0 du projectile dans un canon de même longueur.

Conditions :

- Etui 38SP mis en longueur à 29mm,
- Projectile H&N Diam 0.357, poids 9,59g (148Gr) Wadcutter base creuse longueur 16,5mm
- Cartouche Longueur totale 31,5mm (donc enfoncement du projectile = 14mm)
- Longueur de canon 152.4mm (6 Pouces) la cartouche chambrant dans le canon, **le projectile n'a plus que 137,4mm (5,41 pouces) à parcourir pour quitter le canon**
- Vitesse en sortie de canon = **240m/s** pour les 2 poudres
- Pression de départ du projectile (pression minimale pour quitter l'étui) = 80 bar

Fig.1 Pressions et vitesses durant le trajet dans le canon



La poudre « rapide » génère une pression nettement supérieure (presque le double) à celle générée par la poudre « moyenne » alors que la vitesse est strictement identique et donc que le projectile possède la même énergie cinétique

Fig.2 Accélération du projectile durant le trajet dans le canon

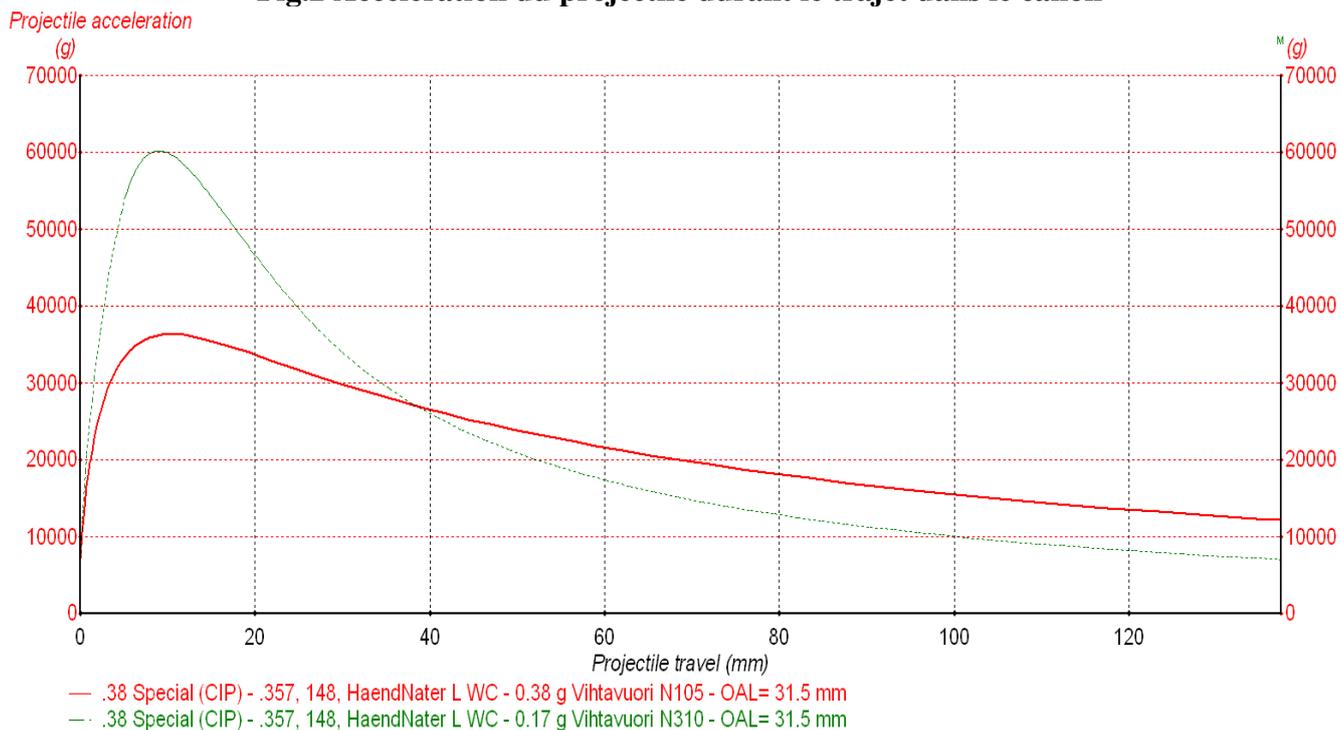
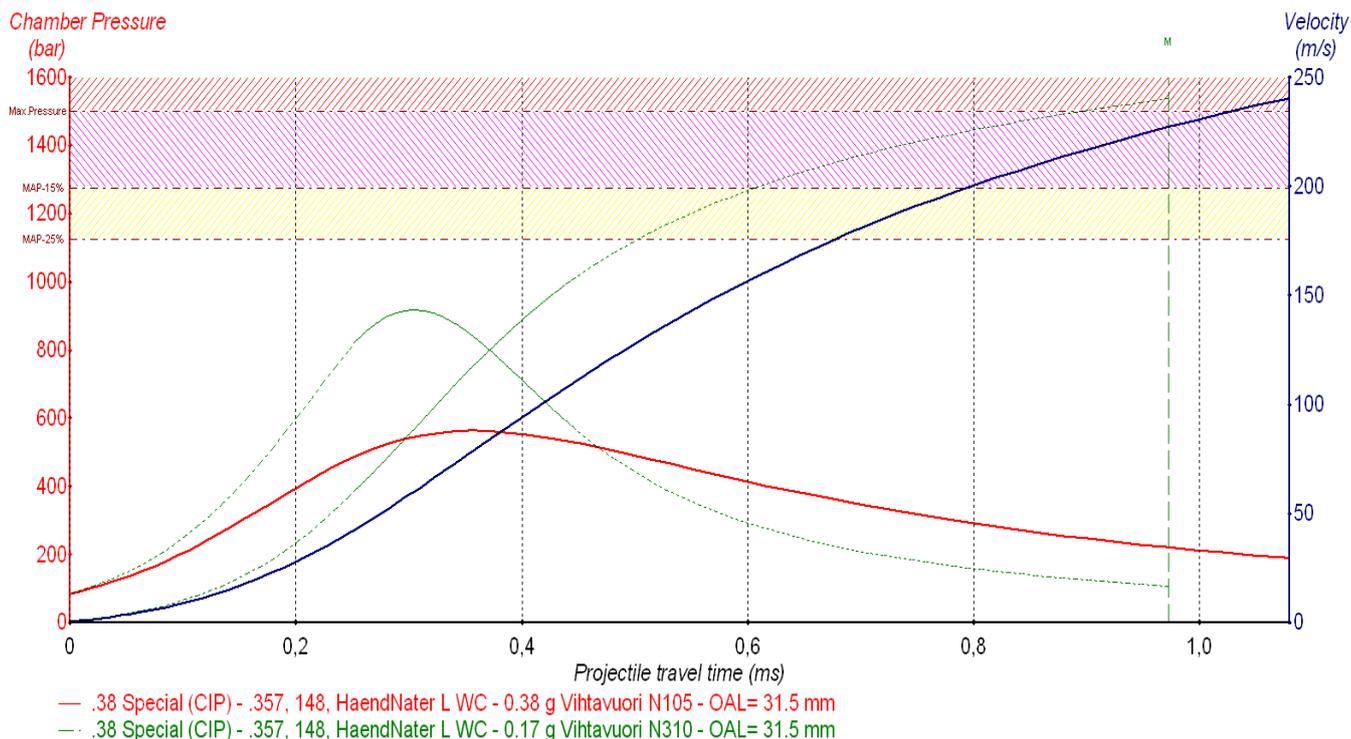


Fig.3 Pressions et vitesses en fonction du temps de trajet



Sur cette figure on notera que la pression ne démarre pas de zéro, car tant que celle-ci n'a pas atteint la pression de départ (ici 80 bar pour un projectile plomb dans une douille d'arme de poing sans sertissage), le projectile a une vitesse nulle et un déplacement nul.

On remarquera que bien que le projectile sort du canon à la même vitesse dans les 2 cas (240m/s), le temps de trajet dans le canon est différent du fait de la différence d'accélération des 2 poudres utilisées, soit **un temps de trajet à l'intérieur du canon** de 0.966ms (ms = milliseconde) pour la poudre « rapide », et de 1.095ms pour la poudre « moyenne », soit plus de 13% de plus.

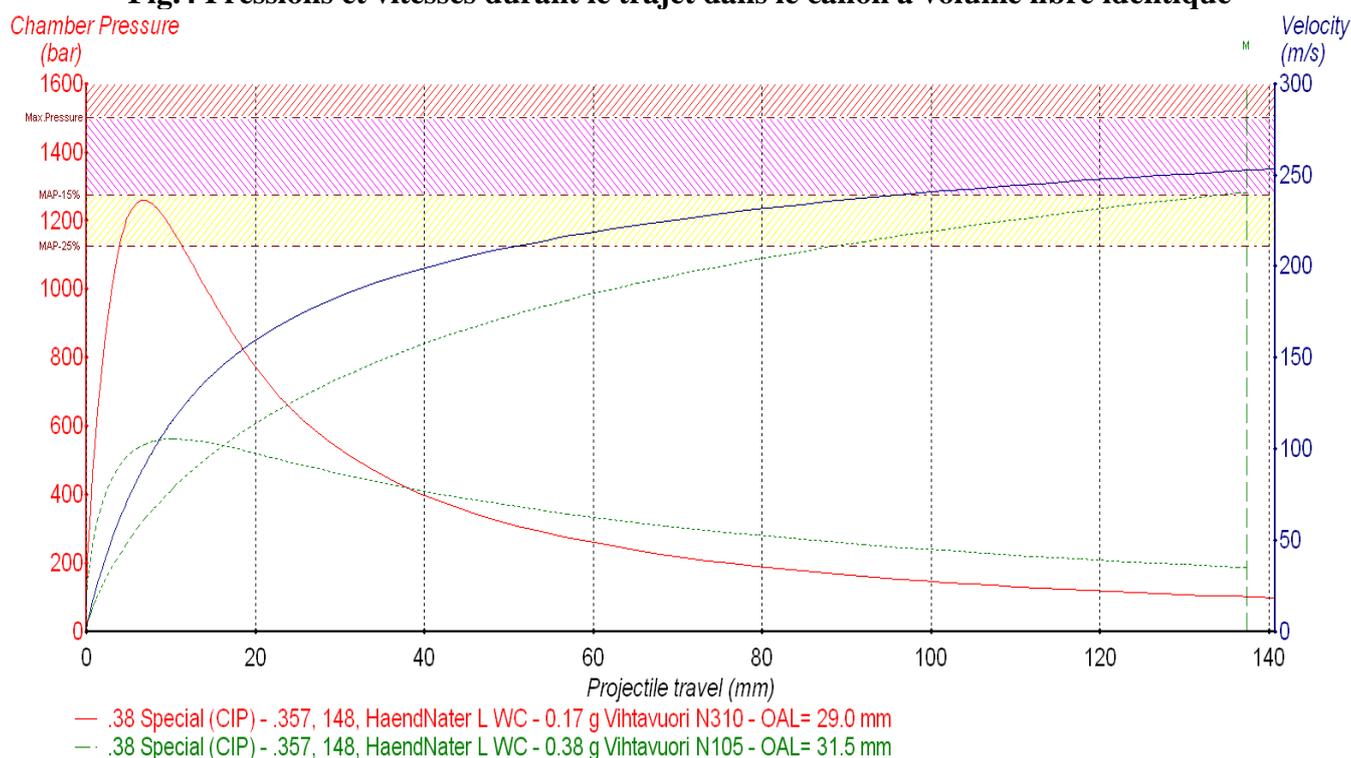
1.2.Pression à volume libre identique.

La différence de pression observée dans les figures précédentes ne reflète pas complètement la différence de vivacité, car les 2 poudres utilisées ayant un poids différent et une masse volumique différente (g /cm³), le **volume libre** entre la poudre et le projectile est nettement plus important avec la poudre « rapide » qu'avec la poudre « moyenne », ce qui limiterait la pression maximum atteinte avec la poudre « rapide » par rapport à la pression qui aurait été atteinte si cette poudre avait occupé le même volume que celui occupé par la poudre « moyenne ».

Pour illustrer cet effet, on se propose d'utiliser **les mêmes conditions initiales** et les mêmes poids respectifs de poudre que précédemment, mais dans le cas de la poudre « rapide », on repousse le projectile dans l'étui de manière à ce que le volume libre entre poudre et projectile soit le même dans les 2 cas.

Je vous passe le calcul permettant de savoir de combien enfoncer le projectile pour obtenir un volume libre identique dans les 2 cas. Du calcul, il vient qu'avec la poudre « rapide » il faut que le projectile soit enfoncé de 17.34mm dans l'étui (au lieu de 14mm), le projectile est plus bas de 0.84mm que le bord de l'étui **et la cartouche obtenue ne devrait pas être tirée**, mais la simulation donne la figure suivante, dans laquelle on peut voir que la pression est passée de 915 bar (Fig 1) à 1260 bar (Fig 4) avec la poudre « rapide » à comparer avec celle obtenue avec la poudre « moyenne » de 550 bar (Fig 1 et Fig 4).

Fig.4 Pressions et vitesses durant le trajet dans le canon à volume libre identique



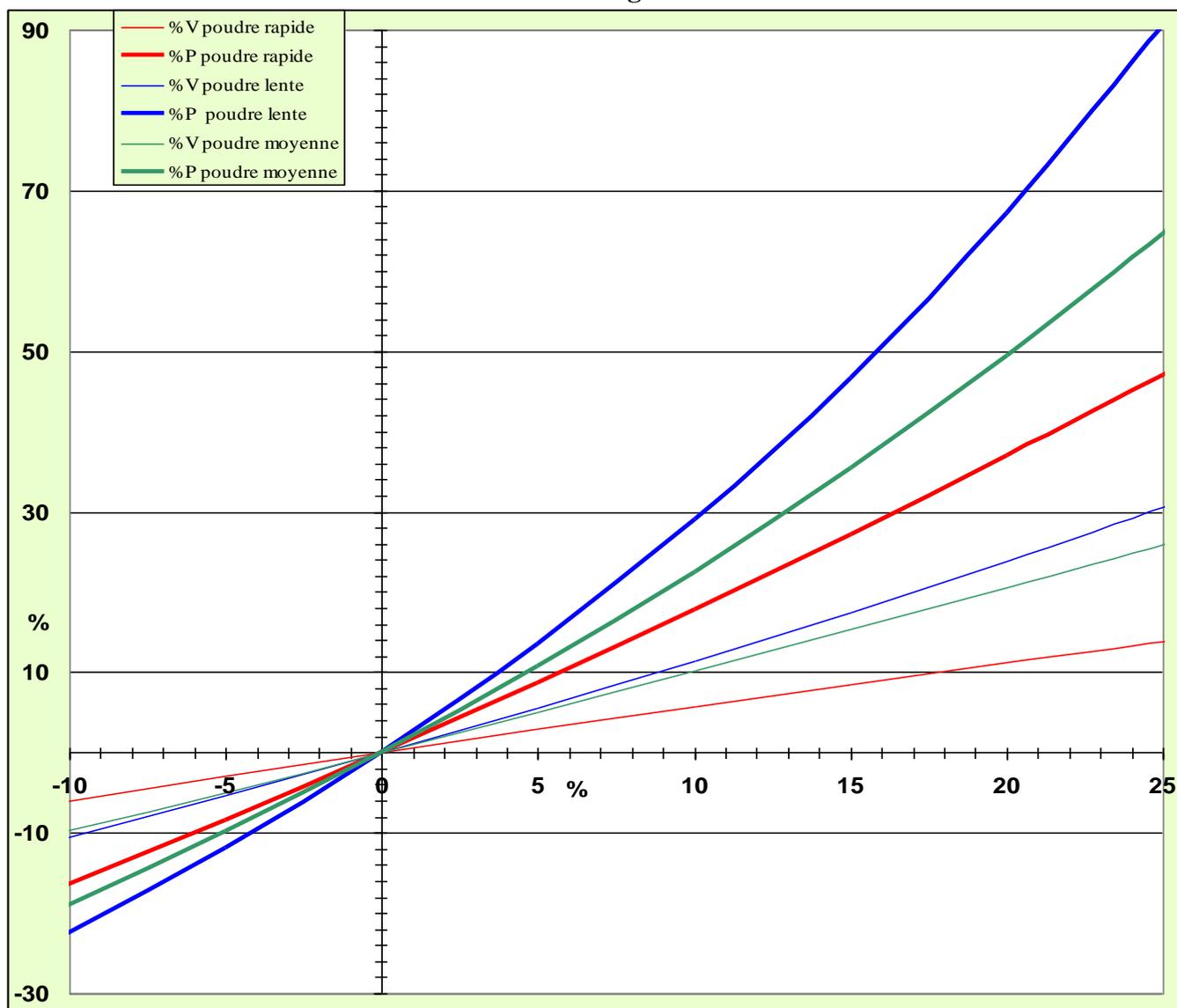
La pression ayant augmenté, la vitesse a elle aussi légèrement augmenté, mais le trajet du projectile a lui aussi augmenté en passant à 140.74mm puisque dans ce cas de figure il se trouve plus profondément enfoncé que pour le cas utilisant la poudre « moyenne » qui a un trajet resté à 137.4mm. L'étui ayant toujours une longueur de 29mm, la cartouche ne peut avoir une dimension inférieure à celui-ci, même si le projectile est siégé 0.84mm en dessous du bord de l'étui.

1.3. Influence de la variation de charge.

Voici une comparaison avec 3 poudres de vivacité différentes, une « rapide », une « moyenne » et une « lente » relativement à la capacité de l'étui, car il y a plus rapide et nettement plus lent en absolu.

La vitesse initiale du projectile est identique dans les 3 cas, mais les pressions maximales ne l'étant pas, pour que la comparaison soit plus évidente à lire il a fallu normaliser et tout reporter en pourcentage de variation de pression et de vitesse par rapport au pourcentage de variation de charge.

Fig.5 Pourcentage de Variation de vitesse et de pression en fonction du pourcentage de la variation de charge



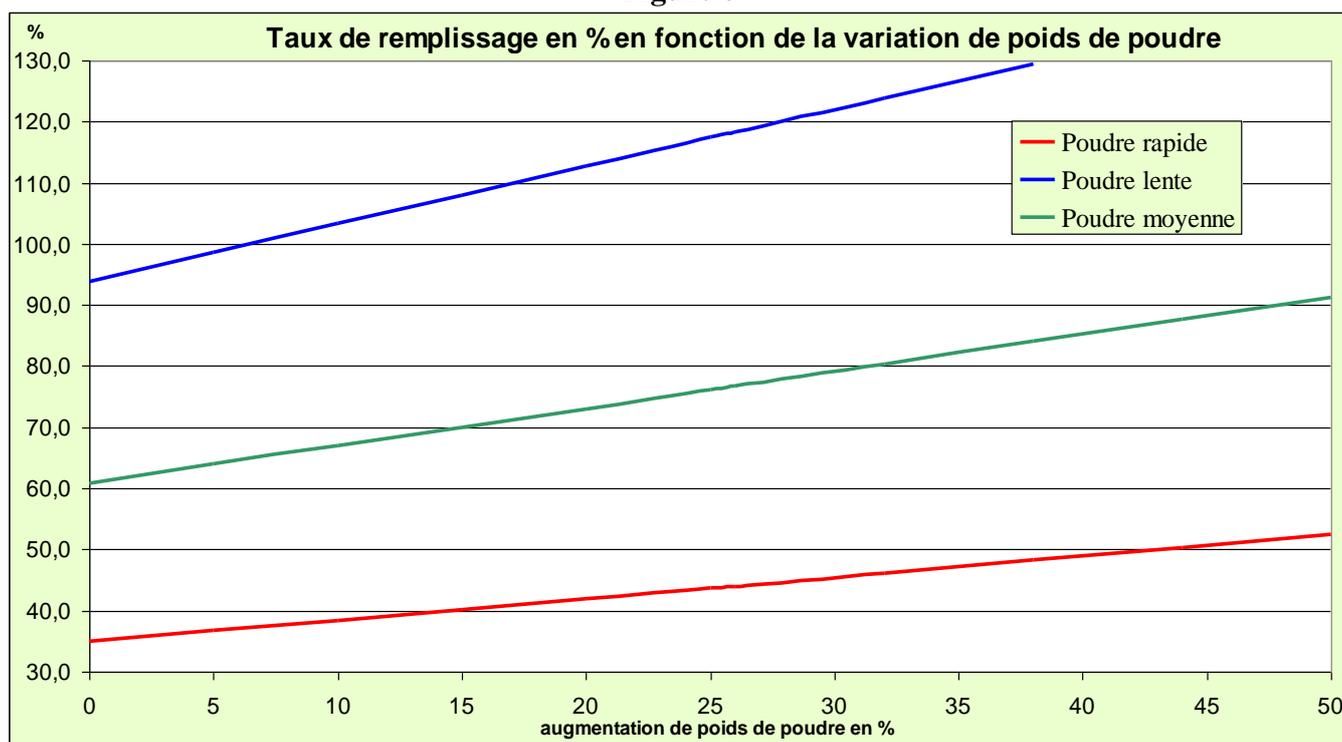
Bien entendu, sachant que la pression initiale avec la poudre « lente » est très inférieure à celle obtenue avec la poudre « rapide », il sera possible d'accepter un pourcentage de variation de pression de la poudre « lente » plus important qu'avec la poudre « rapide ».

REMARQUE : Du fait que le volume occupé par la poudre « lente » est beaucoup plus grand que celui occupé par la poudre « rapide », le taux de remplissage de l'étui est plus important, donc cela diminue le volume libre et a tendance à augmenter la pression maximale par rapport à la pression maximale qui serait atteinte avec une poudre à la vivacité **optimale** pour ce volume d'étui, ce poids de projectile et la pression maximale admissible.

La pression maximale admissible pour du 38 Spécial étant de 1500 bar, les résultats de simulation donnent les résultats suivants :

Alors que la vitesse initiale du projectile est la même dans les 3 cas, la pression maximale est de 820 bar avec la poudre « rapide », 530 bar avec la poudre « moyenne » (qui serait dans ce cas la vivacité optimale puisque pression la plus faible pour une vitesse identique) et 620 bar avec la poudre « lente » du fait qu'avec cette poudre le taux de remplissage est proche de 100%, donc que le volume libre est très faible (un taux supérieur à 100% indique que la poudre est compressée par le projectile). C'est ce qui est illustré dans la figure 6.

Figure 6



1.4. Influence de la variation d'enfoncement du projectile.

On se propose de comparer l'influence de l'enfoncement du projectile (par rapport à un enfoncement de référence) avec 2 poudres de vivacité différentes, mais développant la **même pression maximale**.

Comme il est plus intéressant de savoir ce qui se passe lorsque le chargement initial est proche de la pression maximale admissible, les 2 charges de poudre ont été choisies de manière à développer une pression admissible de seulement 7.5% inférieure à la pression maximale admissible, pour étudier l'influence de la variation de l'enfoncement du projectile, le point « 0 » sur l'échelle des « X » correspondant à l'enfoncement de référence, soit un projectile enfoncé de 14mm.

Conditions :

- Etui 38SP mis en longueur à 29mm,
- Projectile H&N Diam 0.357, poids 9,59g (148Grs) Wadcutter base creuse longueur 16,5mm
- Cartouche Longueur totale 31,5mm (donc enfoncement **initial** du projectile = 14mm)
- Longueur de canon 152.4mm (6 Pouces) la cartouche chambrant dans le canon, le projectile n'a plus que 137,4mm (5,41 pouces) à parcourir pour quitter le canon, pour l'enfoncement de référence
- Pression maximale initiale de 1387 bar avec les 2 poudres
- Pression de départ du projectile = 80 bar

Figure 7

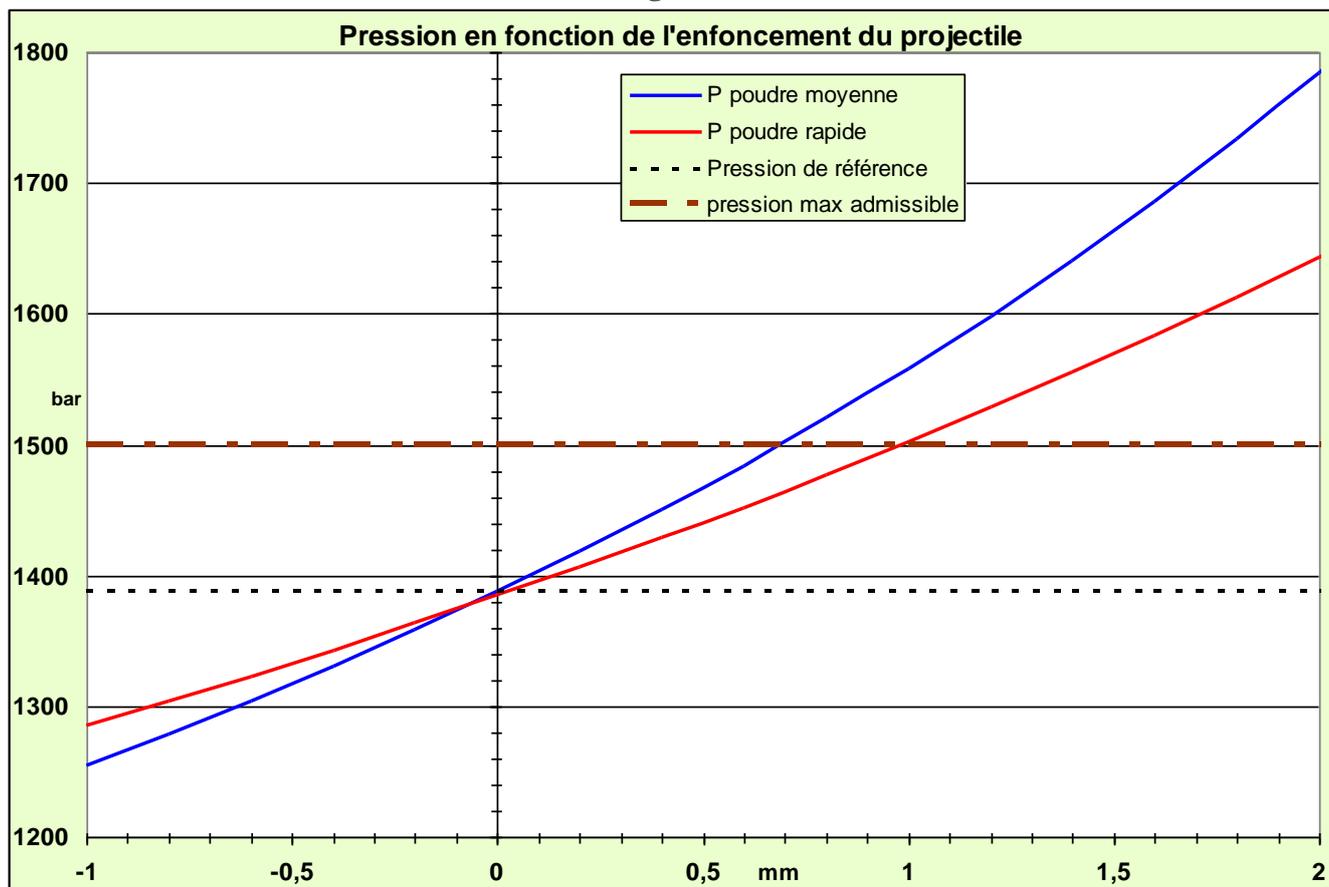


Figure 8

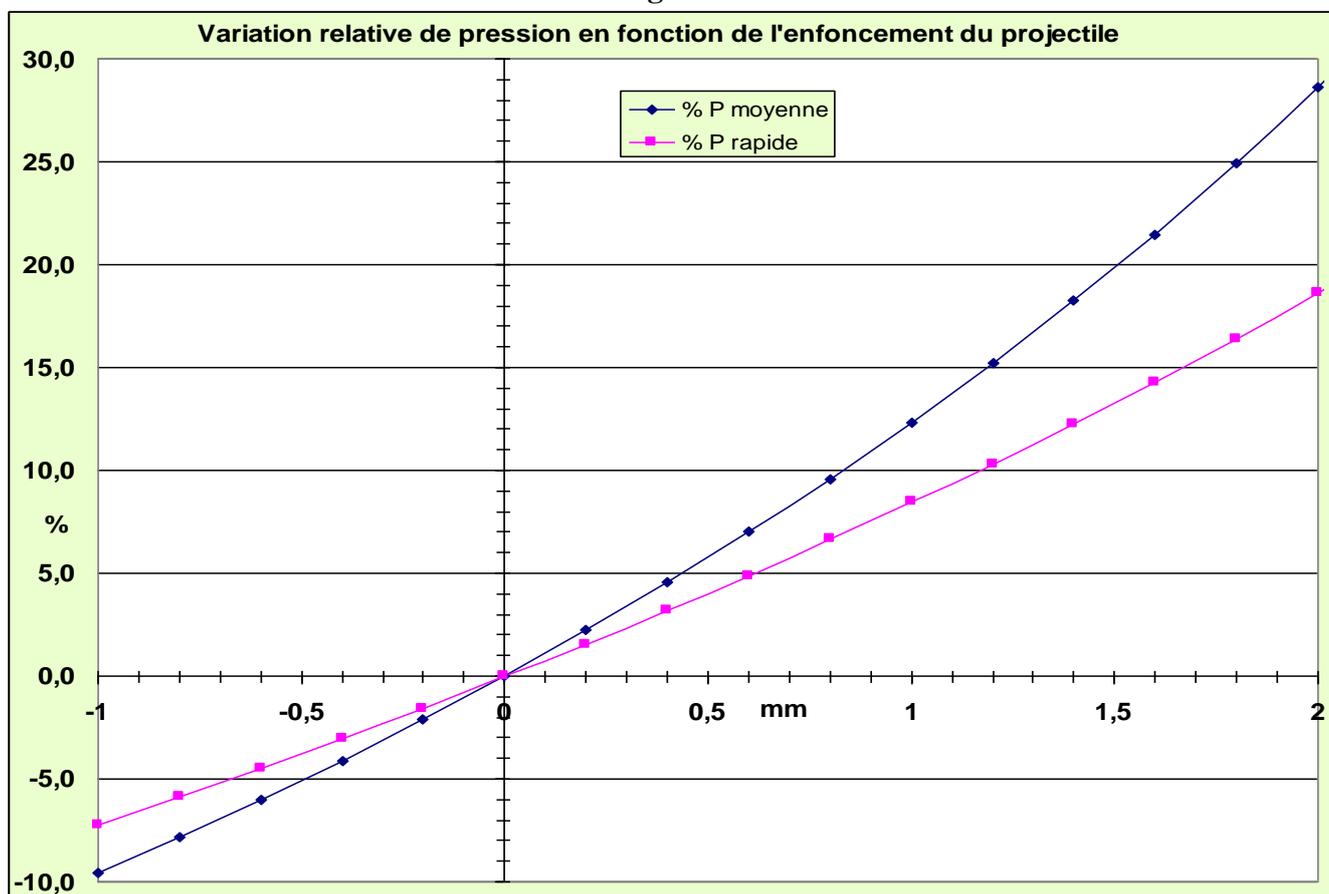


Figure 9

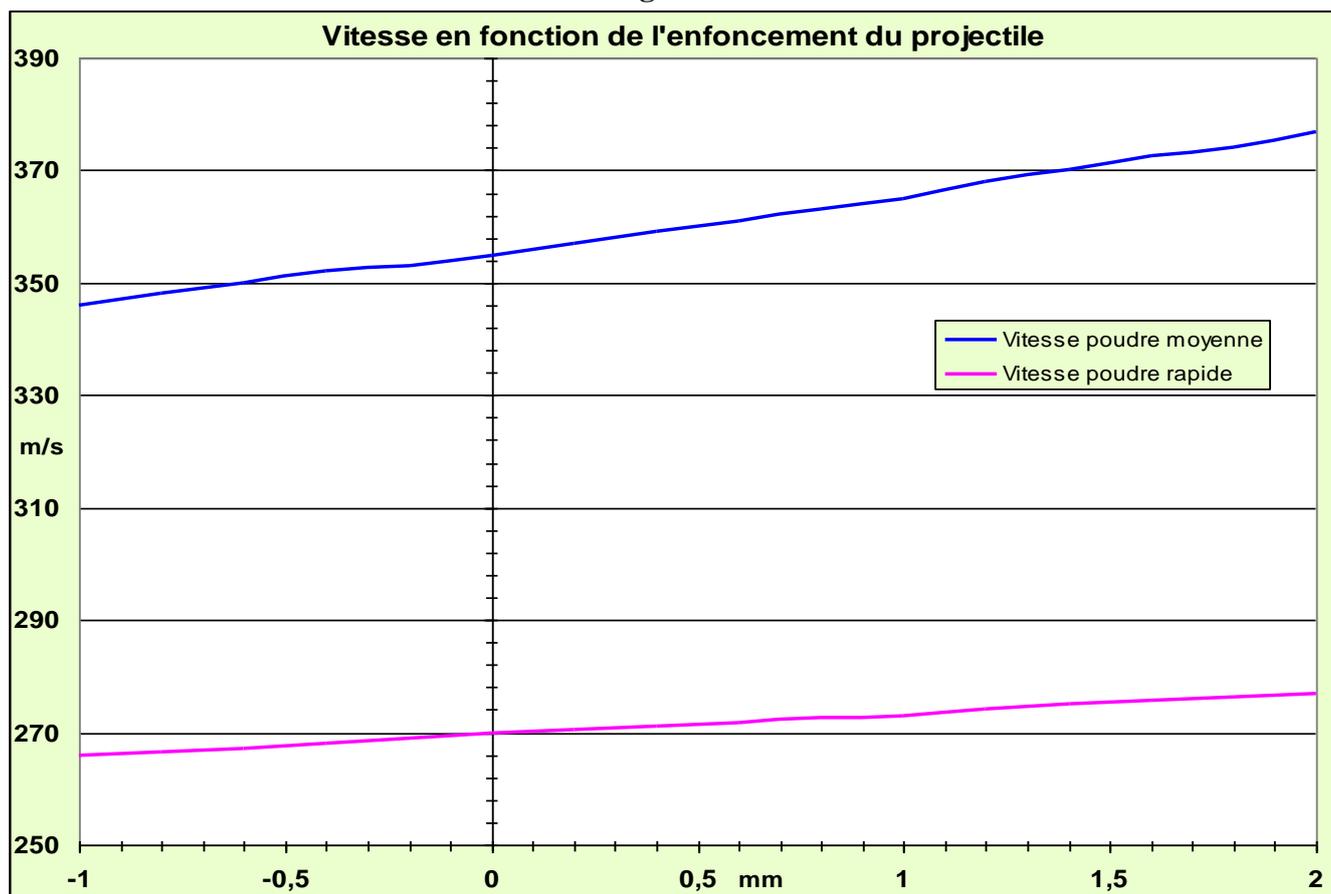


Figure 10

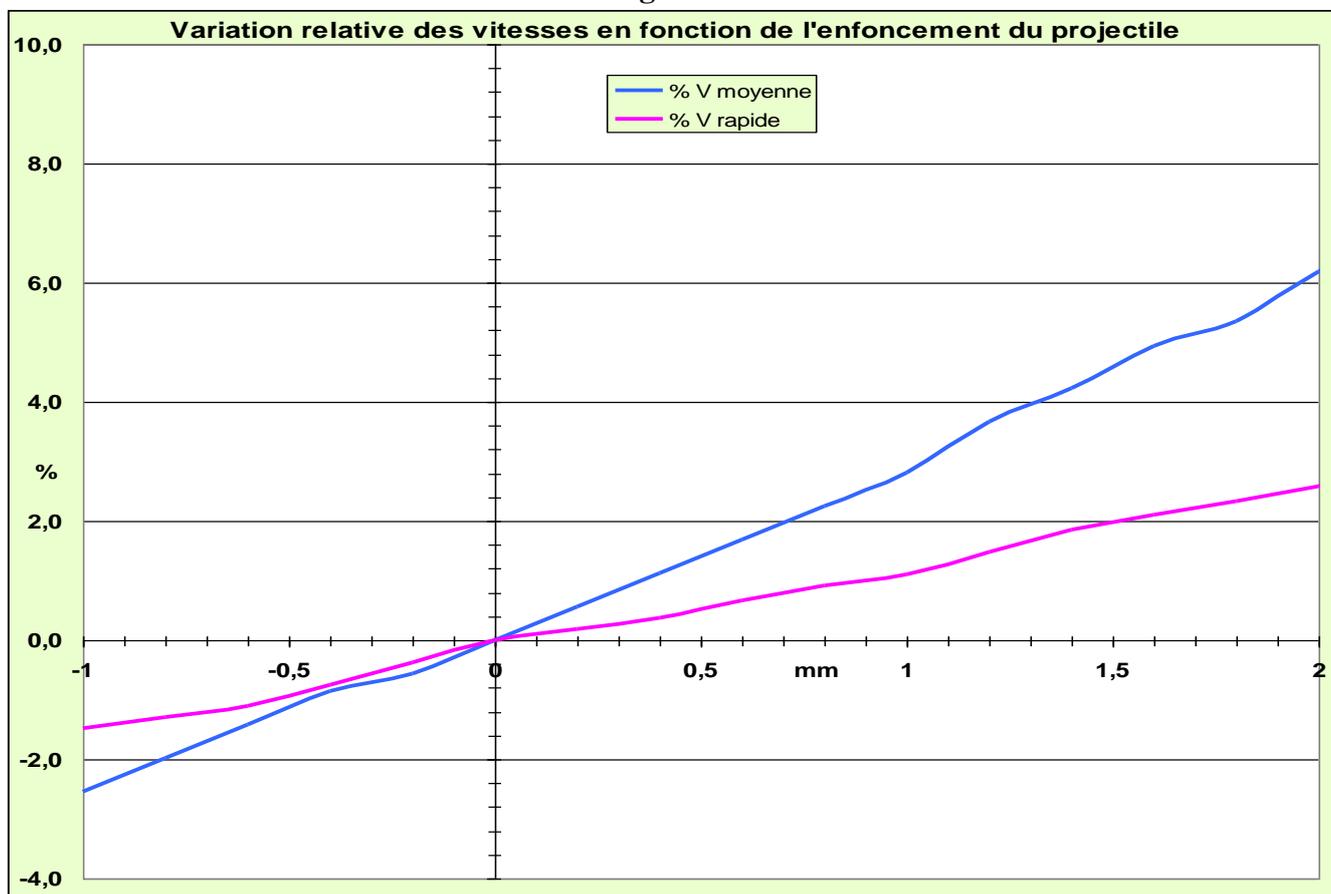
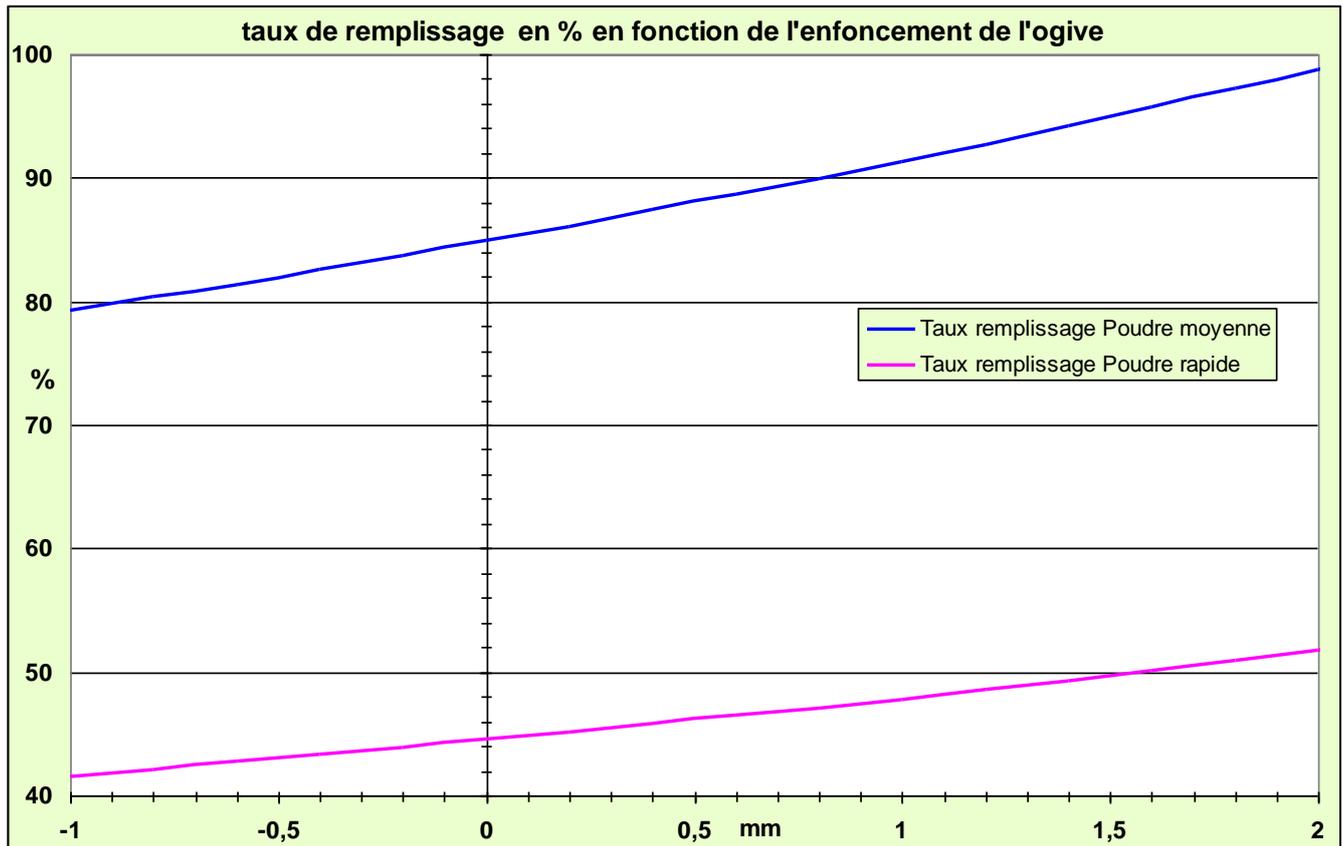


Figure 11



Attention : cet exemple est choisi à titre d'illustration du phénomène, il n'est pas question de tirer réellement une telle cartouche car la balle wadcutter à base creuse ne résisterait peut être pas à une telle pression, il pourrait y avoir une désolidarisation de la jupe du reste de la balle, la jupe pouvant rester plaquée le long des parois du barillet ou encore plus grave, le long du canon.

De ces courbes, on voit que la vitesse est peu sensible à la variation d'enfoncement du projectile, que la pression est moyennement sensible, et que cette sensibilité dépend du taux de remplissage de l'étui.

Plus le taux de remplissage est important, plus la pression et la vitesse seront sensibles à une variation d'enfoncement.

Il a été écrit quelque part dans la presse spécialisée qu'une variation d'enfoncement du projectile de 0.1mm (1/10^{ème} de mm) pouvait entraîner le doublement de la pression maximale. Ces résultats montrent que la tolérance est bien plus élevée, et que le cas de figure cité ne doit relever que d'un cas très spécifique qui, sorti de son contexte n'est plus applicable, comme la plupart du temps en matière de tir où on oublie souvent les conditions initiales alors que c'est le plus important.

1.5. Influence du poids du projectile.

Ici il est plus difficile de faire évoluer uniquement le poids du projectile sans faire évoluer soit la longueur de la cartouche, soit la profondeur de l'enfoncement du projectile pour pouvoir conserver les conditions nécessaires à un bon chambrage (longueur de barillet dans un revolver, projectile non encastré dans les rayures dans le cas d'un pistolet).

Mais en faisant cela, on fait évoluer 2 voire 3 paramètres simultanément ce qui ne permet pas d'étudier facilement l'influence de l'évolution du poids du projectile.

En vue de rester en conditions didactiques, on fera varier le poids du projectile sans faire varier la profondeur d'enfoncement du projectile. Ce qui dans la réalité n'est pas toujours réalisable. Dans cet exemple, la « **référence 0%** » est le poids de votre projectile de référence pour votre chargement de référence. Les poudres utilisées ont une vivacité décroissante pour cet exemple la poudre « **Ref 1** » étant la plus « rapide », la poudre « **Ref 5** » la plus « lente », relativement au calibre choisi. Il y a des poudres plus rapides et d'autres plus lentes.

Figure 12

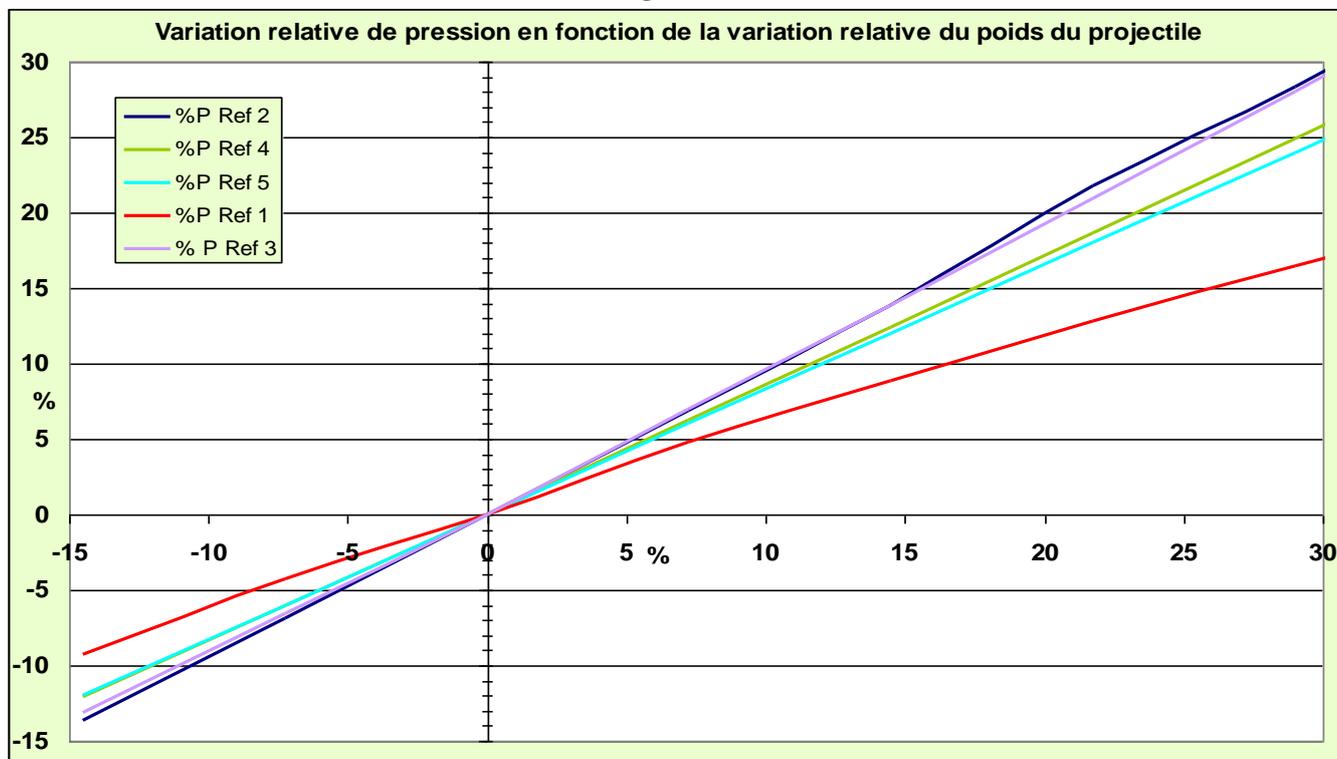
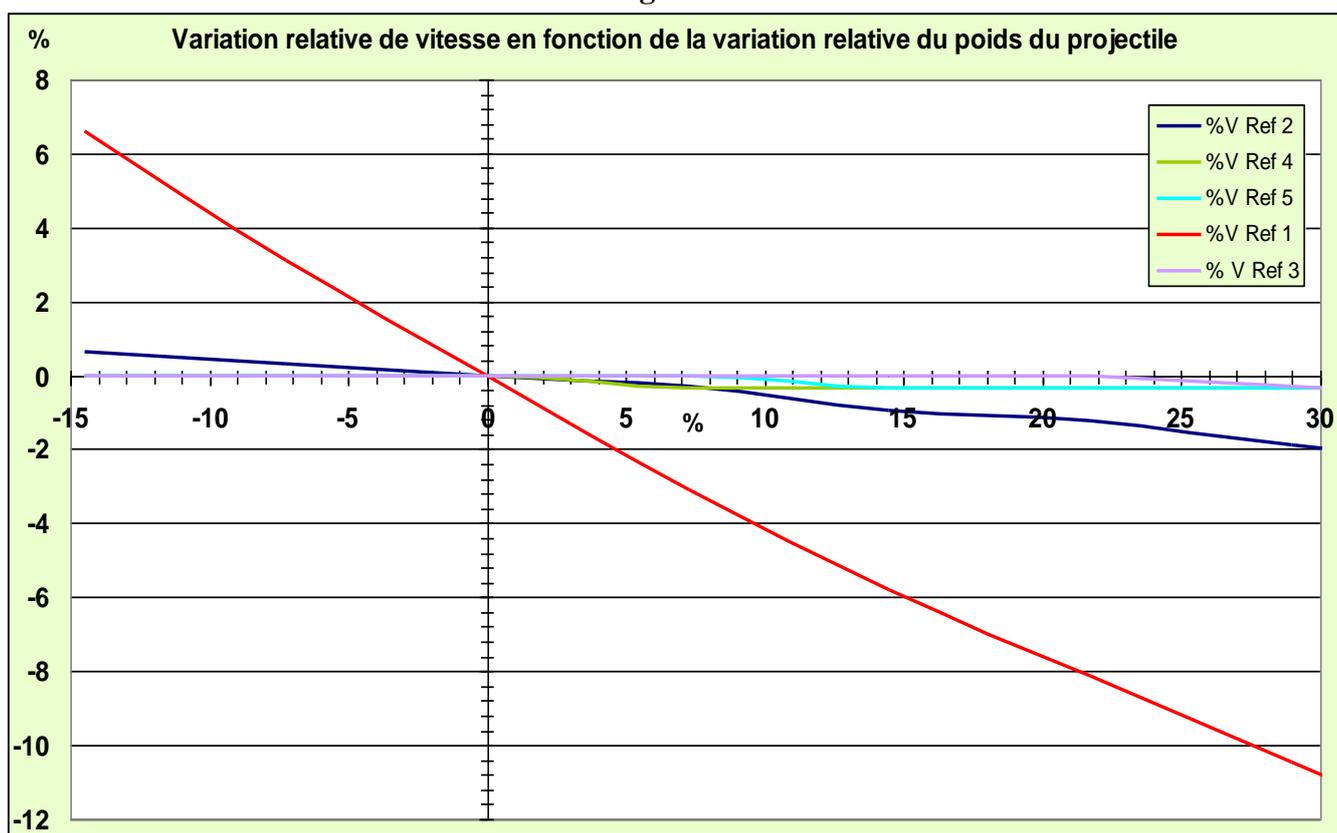


Figure 13



A noter : Pour cet exemple, les poids de poudre ont été choisis de manière à générer la même pression (900 bar/ 1500 bar admissible), ce qui entraîne que suivant les poudres, les vitesses des projectiles et les taux de remplissage soient différents. Mais après toute une série de simulations, on peut dire que l'allure générale des résultats est la même pour des niveaux de pressions différents par rapport à la pression admissible, et ce pour différents calibres allant du petit calibre jusqu'au très gros calibre (0.50 Browning ou 12.7mm) et différentes tailles d'étuis, tout en utilisant les vivacités de poudre adaptées à chaque capacité d'étui ou pressions admissibles.

Alors que le graphique montrant la variation de pression donne des résultats qui semblent homogènes, le graphique montrant la variation de vitesse fait apparaître **une rupture** de comportement entre un groupe de poudres et la poudre appelée « Ref 1 » donc la plus rapide des 5 poudres traitées.

Nous verrons lors de la présentation à quoi cela est dû (il y aura un **additif**) mais je laisse à chacun le loisir d'y réfléchir et de proposer des solutions, histoire de faire travailler un peu le cerveau.

Figure 14

Espace réservé à l'additif

1.6. Influence de la pression de départ

On se propose de connaître l'influence de la pression de départ sur la pression maximale et sur la vitesse.

La pression de départ du projectile est la pression minimum qu'il faut pour que celui-ci quitte l'étui. Elle dépend de la façon de sertir la cartouche, du revêtement du projectile, du matériau du projectile, de sa constitution et du type de cartouche (douille droite, douille à collet retreint, essentiellement dû à des épaisseurs d'étui différentes)

Dans l'exemple pris, la pression de départ **de référence** est de **80 bar**. Cela correspond à un projectile plomb standard (sans revêtement anti-friction) dans une **douille droite** et sans sertissage (ou très faible) avec **un collet supposé propre et non encrassé**.

Ordre de grandeur de pression de départ des différents projectiles

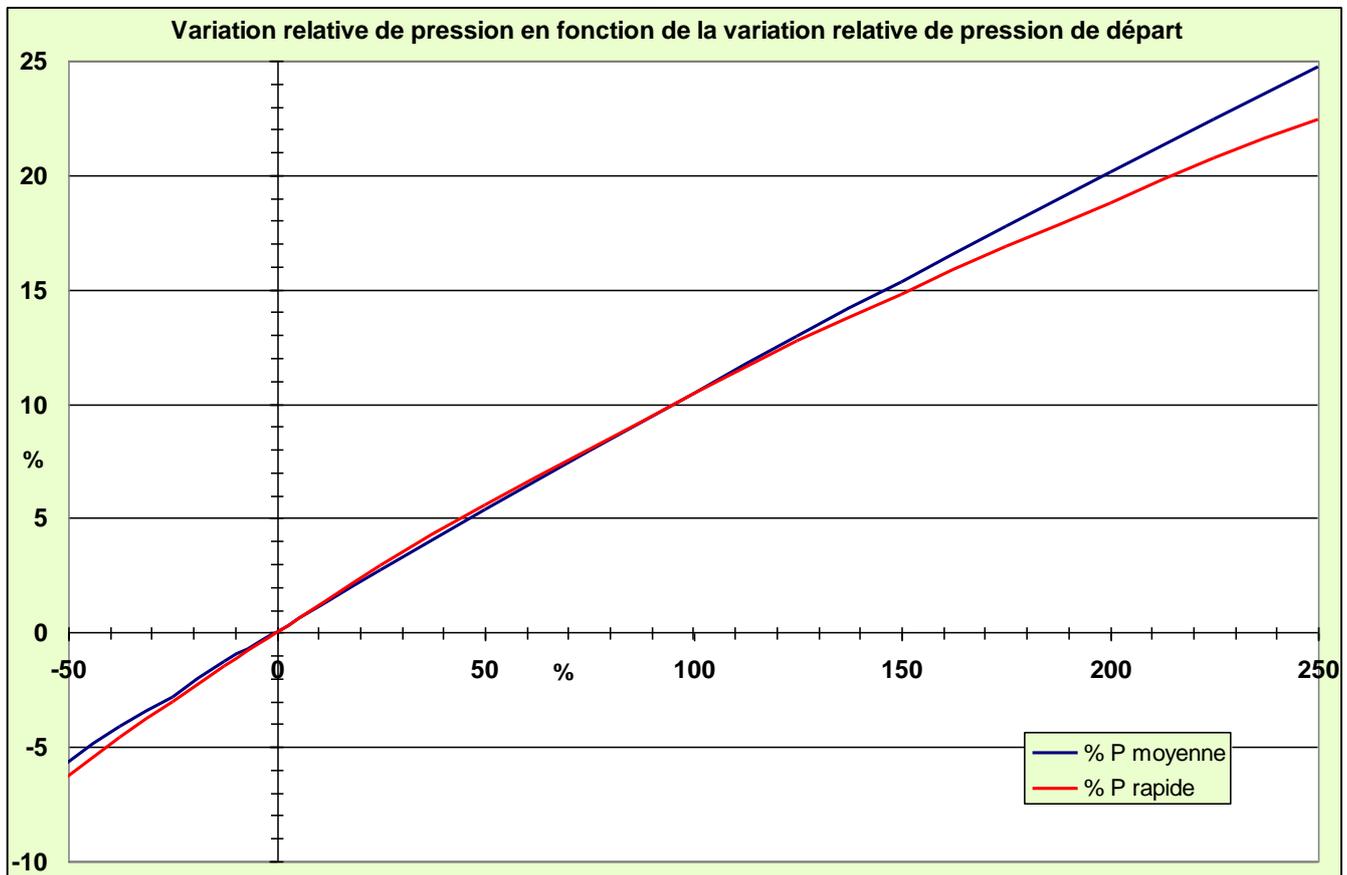
Douille droite (Arme de poing en général)

- Projectile plomb : 80 bar
- Projectile chemisé : 150 bar
- Projectile chemisé Molycoaté : 100 bar. Le molycoatage réduit la pression de départ de 1/3 environ

Douille à collet retreint (arme d'épaule en général)

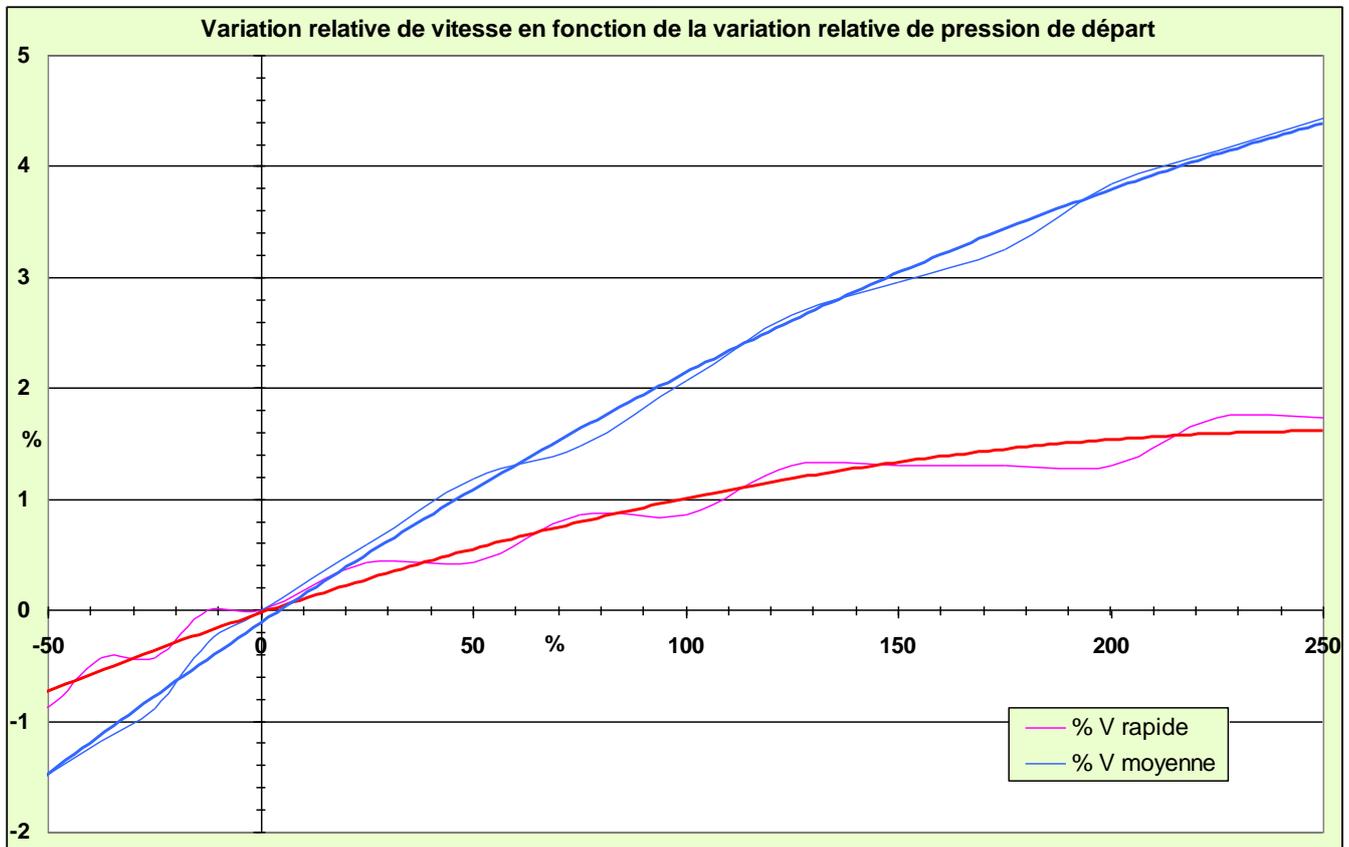
- Projectile plomb : 130 bar
- Projectile chemisé : 250 bar
- Projectile chemisé Molycoaté : 165 bar
- Projectile cuivre massif : 450 bar

Figure 15



Des résultats de la **figure 15** on peut constater que si on substitue un projectile chemisé à un projectile plomb **de même poids et avec la même charge de poudre** (étant sous entendu que la profondeur d'enfoncement du projectile dans l'étui est la même), la pression de départ aura pratiquement doublé ($150/80 = 87.5\%$ d'augmentation) et la pression maximale développée dans la chambre par la charge aura augmenté de 10% environ, il faut donc en tenir compte surtout si la charge développée avec le projectile plomb est proche de la pression maximale admissible.

Figure 16



La vitesse est par contre assez stable puisque les variations sont de l'ordre de quelques pourcents, aussi bien pour une poudre « rapide » que pour une poudre « moyenne ». Les ondulations des courbes sont dues aux arrondis des calculs, la courbe de tendance donne l'allure générale en lissant les résultats bruts.

La pression de départ peut varier de +30% si la partie intérieure de l'étui retenant le projectile (le collet) est fortement encrassée. Prendre soin de nettoyer cette partie quand c'est nécessaire.

Pour finir avec cette introduction à la balistique intérieure, voici une idée de la **répartition de l'énergie contenue dans la poudre**.

Energie cinétique fournie au projectile :	29%	C'est ce qui nous intéresse le plus !
Energie perdue en chaleur pour chauffer le canon:	22%	
Energie cinétique des gaz :	19%	
Energie perdue en chaleur dans les gaz :	19%	
Energie perdue en friction et rotation du projectile:	7%	
Energie perdue en chaleur pour chauffer l'étui :	4%	
Energie totale de poudre :	100%	

Ceci est une moyenne, car selon la vivacité de la poudre, le poids du projectile, le volume de l'étui, la longueur du canon, l'énergie fournie au projectile varie de 18% à 38%

1.7.Mise en garde :

Les charges de poudre utilisées ici à titre didactique ne permettent pas toujours une combustion régulière dans la réalité. La simulation suppose que la combustion est régulière et ne peut pas rendre compte de certains phénomènes modifiant les conditions d'inflammation de la poudre surtout dans des conditions de **faibles taux de remplissage** pour lesquels la poudre est répartie aléatoirement dans l'étui (tassée vers l'amorce, tassée vers le culot du projectile ou répartie tout le long du volume libre).

Le taux de remplissage est assimilable à un autre terme utilisé qui est la densité de chargement. Mais selon les sources, tout le monde ne donne pas forcément la même définition de la densité de chargement.

Dans ce document le taux de remplissage est le rapport entre le **volume restant** dans l'étui vide de poudre (une fois le projectile siégé) et le **volume occupé** par la poudre. Un taux supérieur à 100% indique que la poudre est compressée par le projectile.

- Ne pas recharger avec un taux de remplissage inférieur à 70% sauf avec des poudres compatibles pour cela, à moins d'utiliser une bourre de remplissage type kapok. Même si la bourre permet de régulariser un peu la vitesse, celle-ci ne sera malgré tout pas aussi régulière qu'avec un taux de chargement réel de 85 à 100%.
- Les poudres Vectan compatibles avec un taux de remplissage inférieur à 70% sont : la BA10, A0, A1, As
- Dans tous les cas même avec les poudres compatibles ne pas descendre en dessous d'un taux de remplissage de 30% sous peine d'avoir de forts écarts de régularité dans la combustion, donc de forts écarts de vitesse, voire même un risque de surpression dans certains cas critiques.
- Le danger avec un faible taux de remplissage, c'est **la double charge** !!!!. En effet dans ce cas, il reste suffisamment de volume dans l'étui pour qu'une double (voire triple) charge soit introduite sans que cela gêne l'enfoncement du projectile, et comme en général avec un faible taux de remplissage, la poudre utilisée est une poudre à forte vivacité (rapide), le résultat est pratiquement garanti : risque d'éclatement de l'arme. Une double charge de BA10 (0.32g) dans un étui de 38SP développe une pression de 2800 bar environ avec une Wadcutter de 148 grains, sachant que la pression admissible est de 1500 bar. Certes, il y a un coefficient de sécurité sur les armes, mais faut tout de même pas pousser, on a moins de risques à la roulette Russe.
- Un autre grand danger, c'est **l'absence de charge** ! En effet, la déflagration de l'amorce est en général suffisante pour générer une pression dépassant la pression de départ, mais pas suffisante pour vaincre les forces de friction dans le canon. Résultat, le projectile est arrêté quelque part dans le canon, et si l'on n'y prête pas attention, on tire une autre cartouche normalement chargée, juste derrière. Le projectile part à la rencontre de celui arrêté dans le canon, la pression de l'air situé à l'intervalle entre les 2 projectiles augmente, la limite élastique du métal est dépassée et on se retrouve avec un canon gonflé dans l'intervalle et bon pour la casse (on parle de canon bague).
- Les vitesses et pressions dont il est fait mention dans cette partie du document, sont des valeurs moyennes. Quelque soient les précautions prises lors du rechargement, il y aura une valeur moyenne de la vitesse initiale et une dispersion autour de cette valeur. Si le rechargement est constitué d'éléments homogènes (même étui, même poudre, même charge, même amorce, même projectile, même sertissage, même enfoncement), cette dispersion suit une loi dite « normale » (loi de Gauss) qui est caractérisée par une valeur moyenne et un écart type. 68% des vitesses se situent à l'intérieur de \pm un écart type autour de la valeur moyenne. 99% des vitesses tiennent dans l'intervalle de \pm trois écarts type.
- La qualité et la reproductibilité des paramètres de rechargement vont conditionner la valeur de l'écart type, donc la dispersion des vitesses sera d'autant plus importante que l'écart type sera élevé.

2. Balistique extérieure

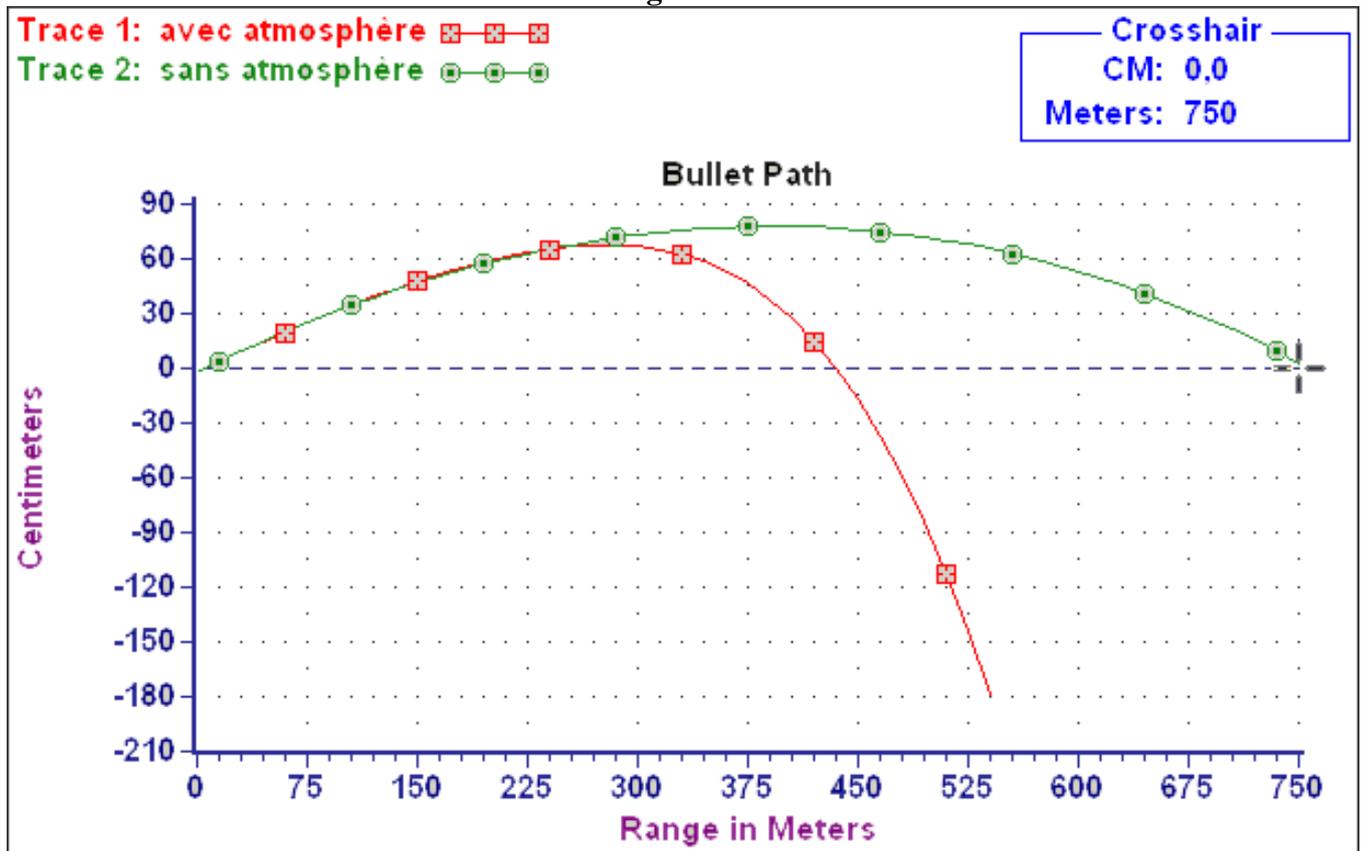
2.1. Généralités

La balistique extérieure traite de la phase de vol d'un projectile après que celui-ci ait quitté le canon.

Dès qu'il a quitté le canon, le projectile est soumis à la pesanteur ($G=9.81\text{m/s}^2$) et à la résistance de l'air.

En l'absence d'atmosphère donc de résistance de l'air, le projectile suit une trajectoire parabolique. S'il quitte le canon avec un angle α par rapport à l'horizontale et qu'il a une vitesse initiale V_0 , la trajectoire traversera à nouveau l'horizontale à une certaine distance, avec **le même angle α et avec la même vitesse V_0** . Par contre avec une atmosphère normale, la trajectoire sera plus courte, l'angle d'incidence à l'arrivée sera plus grand et la vitesse nettement plus faible. C'est ce qui est illustré dans la figure 17

Figure 17



Pour un même projectile, plus la vitesse initiale V_0 sera grande, plus la distance parcourue avant de traverser de nouveau l'horizontale sera grande.

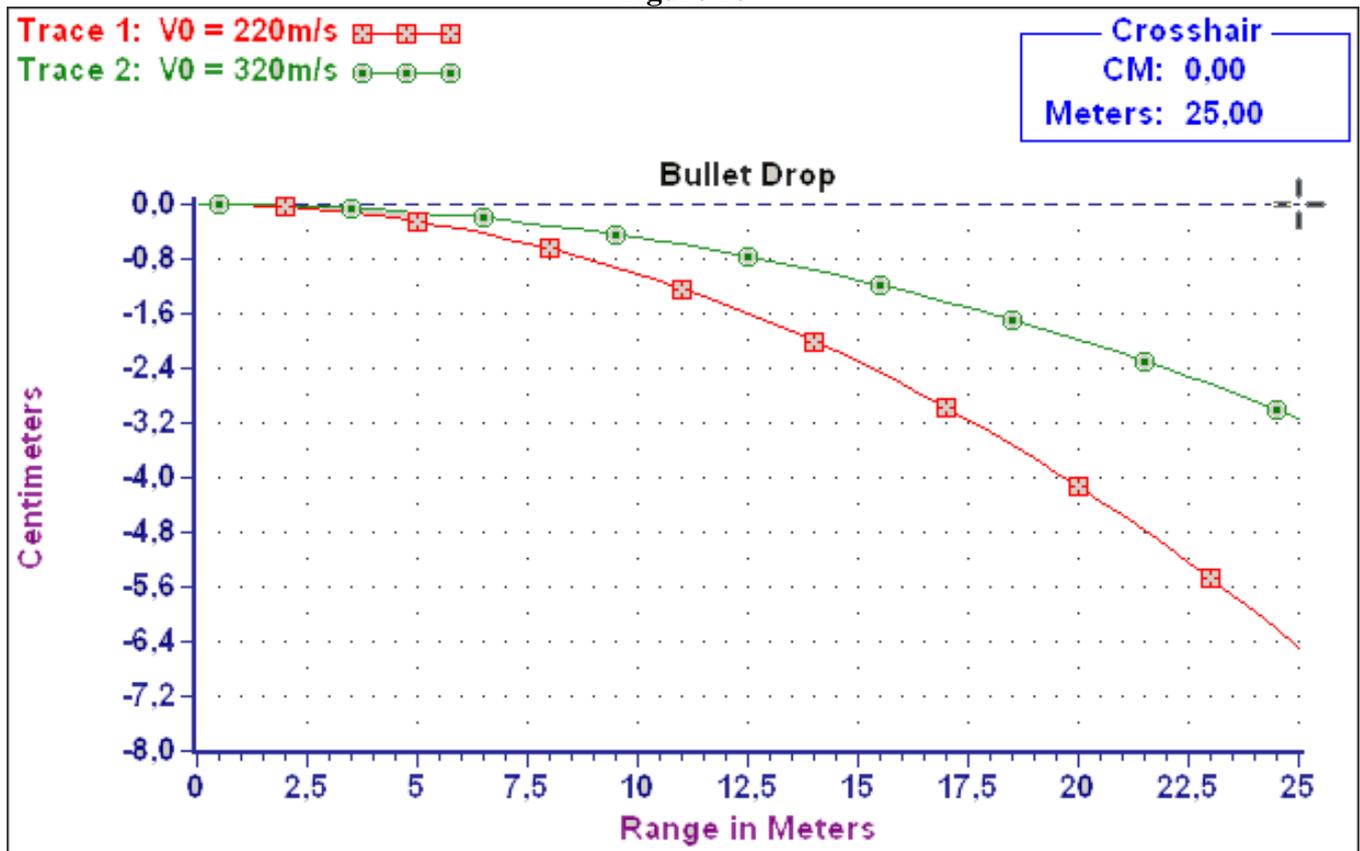
Chaque projectile est affecté d'un coefficient reflétant son aptitude à conserver sa vitesse initiale. Ce coefficient est appelé Coefficient Balistique (CB en Français, BC pour ballistic coefficient en Anglais) qui est en général donné par le fabricant du projectile (pour une gamme de vitesse). Ce coefficient est sans unité et reflète la comparaison avec un projectile de référence ayant un CB de 1. (Se référer aux tables Ingalls la plus ancienne, ou aux tables G, la table G1 est celle utilisée dans ce document, c'est la plus universelle et adaptée aux projectiles standards).

Contrairement à ce que l'on pense généralement, pour un projectile donné le CB n'est pas fixe, il dépend de la vitesse, mais cette variation n'est pas très importante, elle peut cependant atteindre $\pm 20\%$ suivant la vitesse du projectile par rapport à celle de référence du fabricant. La résistance de l'air n'étant pas la même suivant la vitesse, cette force qui s'oppose à l'avance du projectile suit le carré de la vitesse.

A profil, calibre et vitesse identique, plus le projectile sera lourd, plus le CB sera élevé, la résistance de l'air étant la même, l'énergie cinétique du projectile lourd sera plus importante que celle du projectile léger donc le projectile lourd, ralentira moins.

Dès que le projectile quitte le canon, sa trajectoire sera **toujours** en dessous de la ligne matérialisant l'axe du canon, quelque soit sa vitesse, son poids et son CB. Voir en **figure 18** dans laquelle la ligne pointillée représente l'axe du canon, mais plus la vitesse initiale V_0 sera grande, plus faible sera la chute du projectile à une distance donnée.

Figure 18

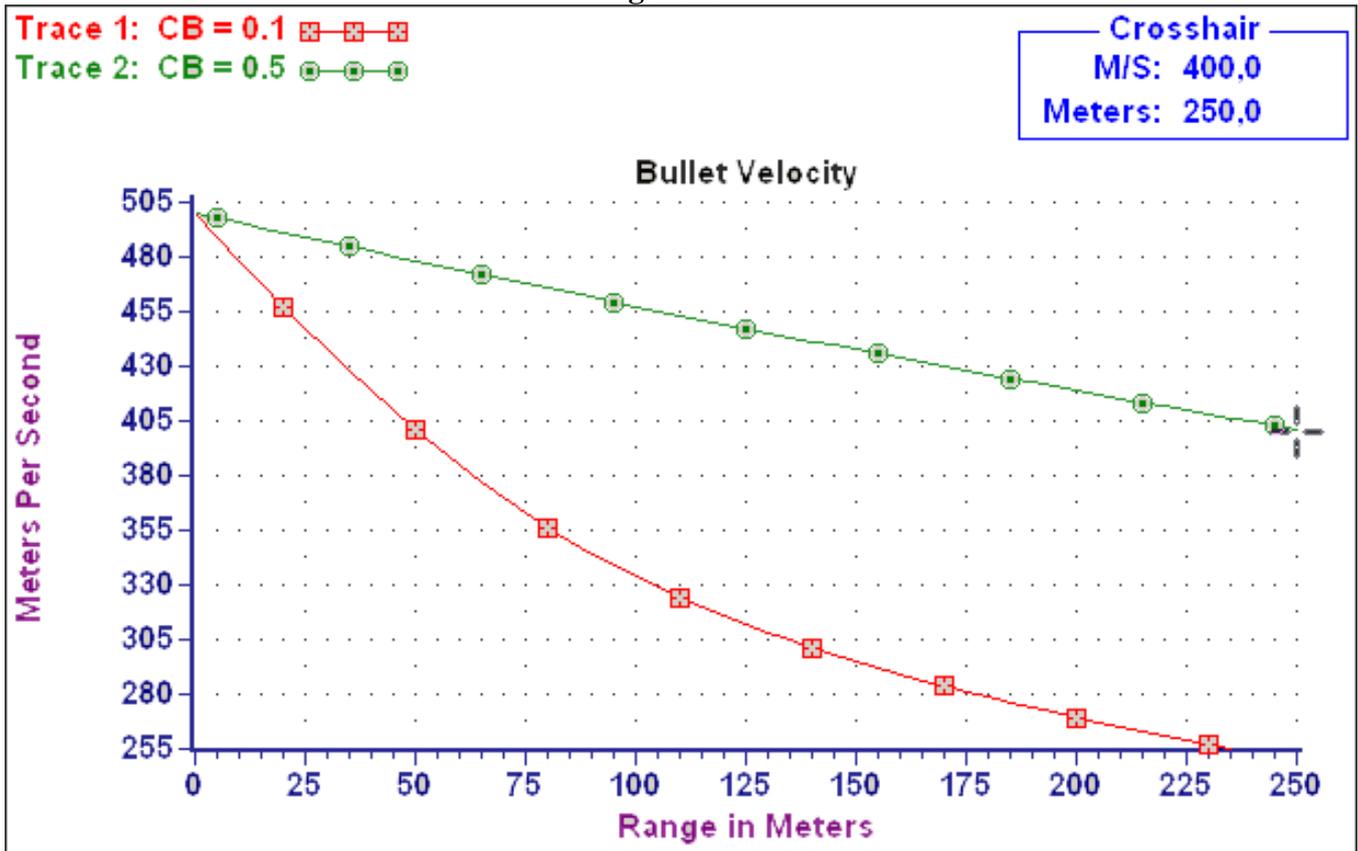


La gamme de CB de 0.1 à 0.5 couvre la presque totalité des projectiles standards. Une wadcutter 148 grains pour du 38 spécial ayant un CB de l'ordre de 0.05, et certaines balles très effilées en calibre 0.308 pouvant atteindre un CB de 0.645. Certains projectiles **spéciaux** peuvent dépasser largement cette valeur.

Afin de pondérer les choses, le Coefficient balistique (CB) ne revêt réellement une importance que pour de grandes distances (en l'absence de vent). Pour des distances jusqu'à 50 m, cela a peu d'incidence, à peine 1 cm d'écart d'impact à 50m entre un projectile ayant un CB de 0.1 et un autre ayant un CB de 0.5, et une vitesse initiale relativement faible (250m/s). Plus la vitesse initiale sera grande moins l'écart d'impact sera important pour des projectiles ayant des CB différents à une distance donnée.

En **figure 19**, on peut observer le ralentissement (dû à la résistance de l'air) nettement plus important en fonction de la distance parcourue pour le projectile ayant un CB de 0.1 par rapport à celui ayant un CB de 0.5, les 2 projectiles ayant une vitesse initiale de 500m/s

Figure 19



2.2. Influence de l'incertitude de la vitesse sur les impacts

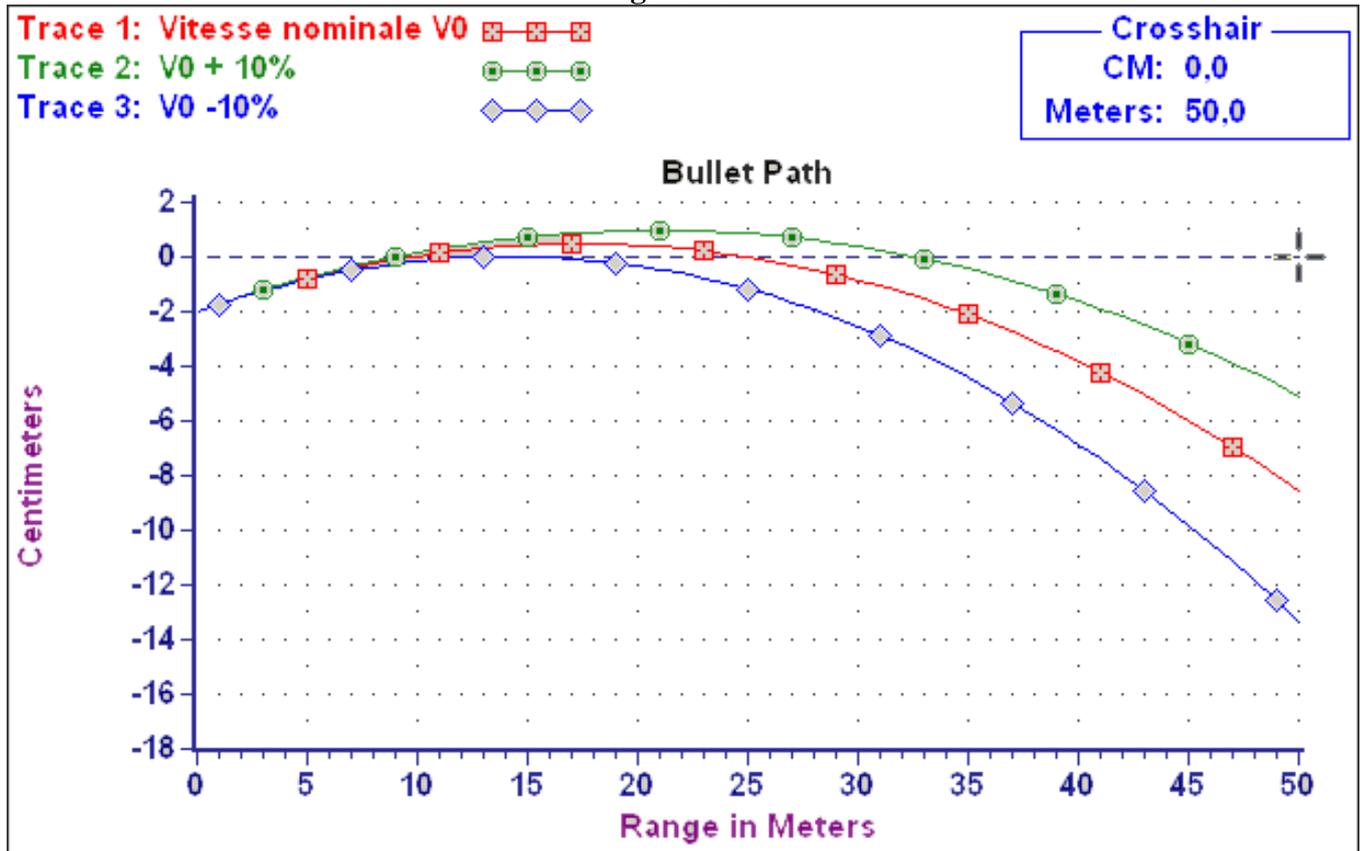
Quelque soit le soin apporté au rechargement des cartouches, la vitesse du projectile varie autour d'une vitesse moyenne. Pour un cartouche rechargée dans les règles de l'art, l'écart type peut atteindre environ 1% de la valeur moyenne, car la poudre est constituée par une multitude de grains dont la combustion se comporte comme une variable statistique donc soumise à dispersion, et à 3 écarts type on a pratiquement toute la population soit un écart maximum de $\pm 3\%$ par rapport à la vitesse moyenne.

Une autre source d'incertitude est la charge de poudre, car même pesée avec une balance digitale précise au $1/100^{\text{ème}}$ de gramme, pour une 38 Spécial chargée à la Ba10, une charge de 0.156g sera affichée 0.16g sur la balance, et une charge de 0.164g sera aussi affichée 0.16g, soit une erreur de reproductibilité de charge pouvant atteindre 5% environ d'une charge à l'autre. Or dans la section **Balistique intérieure (figure 5)**, on a vu qu'une variation de charge de 5% donne entre 2 et 5% de variation de vitesse suivant la vivacité de la poudre utilisée.

En ajoutant les petites imperfections inévitables (enfouissement du projectile, pression de départ, reproductibilité de la charge) dans le cas du rechargement individuel, on peut arriver assez facilement à un variation de vitesse de l'ordre de $\pm 10\%$ autour de la vitesse moyenne **pour les extrêmes de la population** (la majorité des projectiles ayant une dispersion de seulement $\pm 3\%$ à $\pm 4\%$ environ).

Pour autant une telle dispersion sur la vitesse a une faible incidence sur la dispersion des impacts à de **faibles distances** comme 25m. Cet écart extrême est de l'ordre de ± 1 cm à cette distance. Bien entendu à de plus grandes distances, l'écart d'impact augmente, et il vaut mieux utiliser une vitesse initiale plus importante et un CB plus grand.

Figure 20



En **Figure 20** on peut observer les trajectoire et donc les écarts d'impact entre 3 projectiles, répondants aux conditions suivantes : Vitesse nominale= 250m/s, Vitesse nominale -10% (225m/s), Vitesse nominale +10% (275m/s), **le projectile ayant un CB de 0.1**.

Dans cette figure, la ligne horizontale en pointillés passant par zéro ne représente plus l'axe du canon, mais représente **la ligne de visée**.

Dans cette figure, la visée est « point visé point touché » c'est-à-dire que le guidon est aligné sur le centre de la cible (la ligne de visée est matérialisée par la ligne en pointillés), la distance entre l'axe du canon et le haut du guidon étant de 2 cm dans cet exemple. **Le tir étant réglé à 25m avec le projectile à la vitesse nominale**. Logiquement l'impact est plus haut avec le projectile le plus rapide (contrairement à ce que certains ont l'air de penser et à ce que l'on constate parfois), et l'impact se situe plus bas avec le projectile le plus lent (même remarque que précédemment). L'écart à 25m se situe aux alentours de ± 1 cm, et environ ± 4 cm à 50m.

Avec une vitesse double, soit 500m/s et un CB de 0.5 (au lieu de 0.1) cet écart n'aurait été que de ± 0.25 cm à 25m et de seulement ± 1 cm environ à 50m.

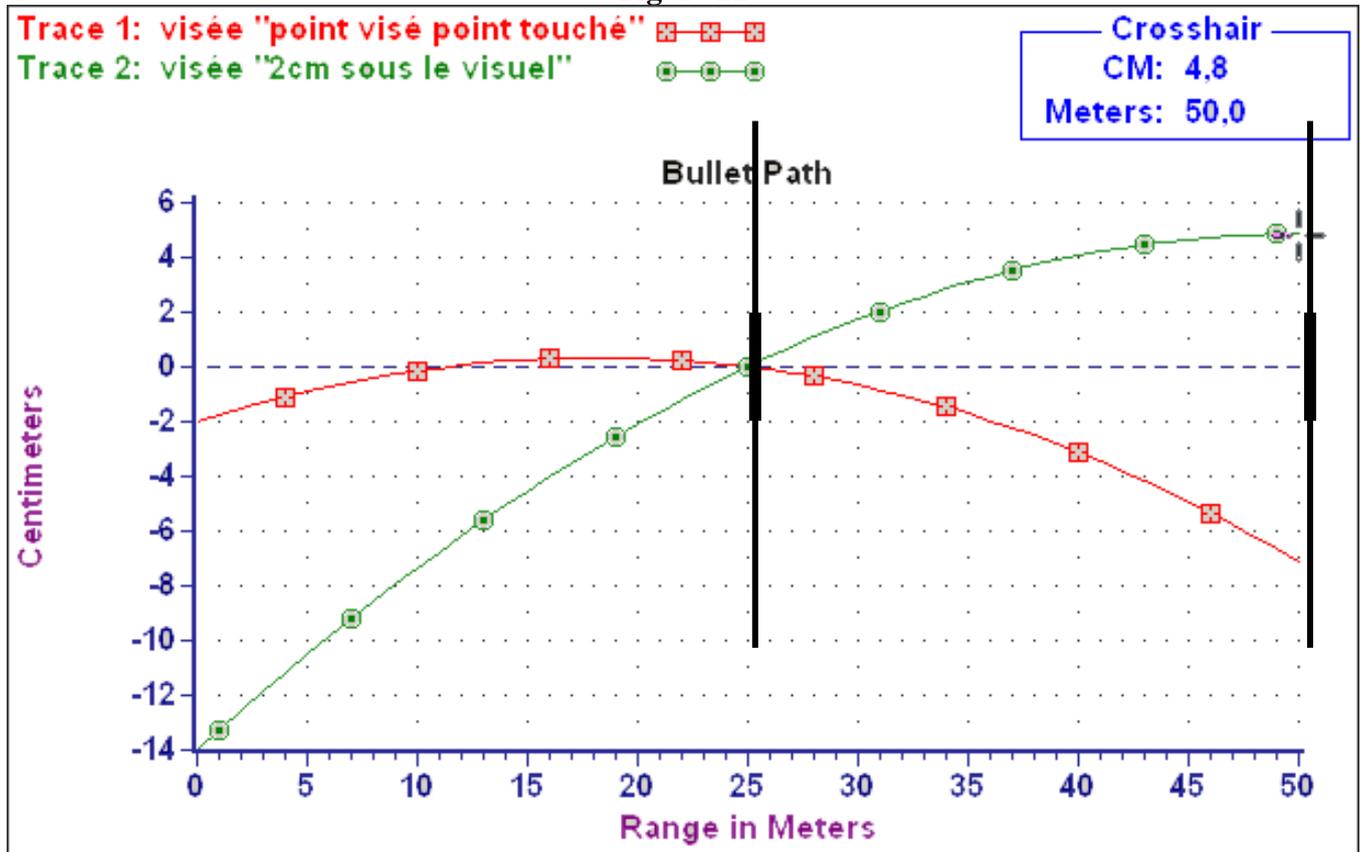
D'où l'importance de bien choisir sa vitesse et le CB du projectile employé en fonction de ce que l'on veut obtenir comme performance. Mais pour pondérer cela, il faut rester clairvoyant sachant que ces écarts sont tout de même largement plus faibles que ce que l'on est soi même capable d'accomplir en terme de reproductibilité **à bras franc**, à moins d'être parmi les meilleurs tireurs de France.

Il ne faut donc pas prendre cela au pied de la lettre, et pour la majorité des tireurs, il est possible de se contenter de projectiles ayant un CB de 0.2 à 0.3 et des vitesses de l'ordre de 350m/s avec une dispersion maximale de $\pm 15\%$ pour avoir des résultats honorables à des distances de 50m, avec cette dispersion, 100% des impacts tiennent théoriquement le 10 de la C50 (en comptant les cordons), phénomènes vibratoires du canon mis à part, si ce n'est pas ce que vous faites, ce ne sera pas de la faute de la cartouche.

2.3. Modes de visée

Suivant le mode de prise de visée, la trajectoire du projectile est très différente en fonction de la distance, et encore une fois contrairement à ce que la majorité des tireurs pensent, l'impact à une distance plus grande que celle du réglage, n'est pas forcément plus bas, il suffit de voir sur la **figure 21** la différence de comportement des trajectoires suivant le mode de prise de visée.

Figure 21



Les barres épaisses verticales représentent le **visuel de la C50** et les barres plus épaisses encore représentent la **zone du 10**.

Dans le mode de visée « **point visé point touché** », la ligne de visée est la ligne pointillée passant par zéro, la distance entre l'axe du canon et le haut du guidon étant fixée à 2 cm sur cet exemple, cette ligne est bien tangente au haut du guidon, et est confondue avec la ligne du centre du visuel. Le projectile croise la ligne du centre de visuel en montant (vers les 10m) continue à monter légèrement puis redescend et croise de nouveau la ligne du centre de visuel à la distance de réglage désirée (ici 25m). Ensuite la trajectoire continue à descendre et les impacts à une distance plus grande que celle du réglage sont en dessous de la ligne du centre de visuel.

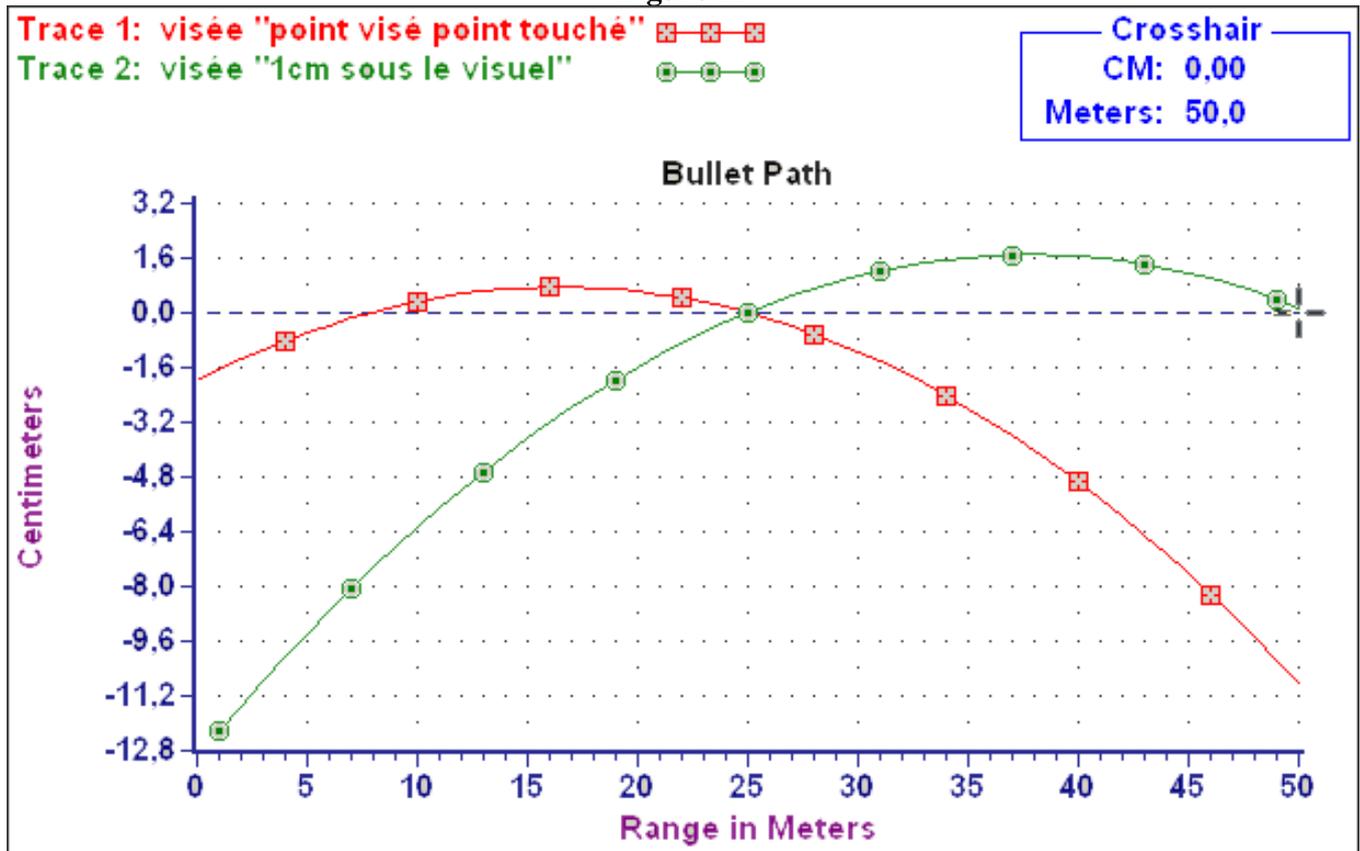
En mode de **visée sous le visuel**, pour cet exemple on prend un jour de 2 cm de blanc sous le visuel. Le bas du visuel peut être matérialisé par la ligne horizontale passant par l'ordonnée -10cm (pour un visuel faisant un diamètre de 20 cm comme sur la C50), la ligne de visée est matérialisée par l'horizontale passant par l'ordonnée -12cm (les 2 cm de blanc), l'axe du canon se trouvant 2 cm en dessous (comme sur l'exemple précédent) donc à -14cm. Dans ce mode, le projectile croise la ligne représentant le centre du visuel en montant (contrairement au cas précédent), puis il continue à monter, arrive à une apogée puis amorce une descente. On voit qu'à 50m, l'impact serait **plus haut de 4.8cm** par rapport l'impact à 25m.

Dans ce mode, tout se comporte comme si, en prenant une visée « point visé point touché »; l'on avait rajouté 12cm de **guidon virtuel** au guidon physique (10cm de visuel + 2cm de blanc) et 12cm de **hausse virtuelle** à la hausse physique (pour conserver le même angle).

Dans ce mode de visée, il est possible sous certaines conditions, de trouver une vitesse de façon à ce que l'impact à 50m soit identique à celui de 25m.

Pour l'exemple de la **figure 21**, la vitesse initiale est de 270m/s et le CB de 0.1. Selon la distance axe du canon/haut du guidon et de la zone de blanc que l'on souhaite laisser sous le visuel, il y a plusieurs solutions possibles pour que les impacts 25 et 50m soient confondus comme cela est illustré dans la **figure 22**.

Figure 22



Sur la **figure 22** on peut observer qu'avec la visée sous le visuel on peut trouver une combinaison permettant d'avoir un impact à 25m et à 50m qui soient confondus au centre du visuel (matérialisé par l'horizontale passant par zéro) en choisissant une **autre vitesse** et dans ce cas en ne prenant par exemple qu'un cm de blanc sous le visuel. Bien entendu, cela dépend de chaque arme, il n'y a pas de réglage générique possible, et il n'est pas toujours possible de trouver une vitesse réellement utilisable pour avoir cette dualité, mais on peut assez facilement limiter l'amplitude des écarts dus à la différence de distance de réglage, en jouant à la fois sur la vitesse et la quantité de blanc prise pour la visée.

Remarque : Le mode de prise de visée ne modifie en rien la valeur de l'écart d'impact en fonction de la dispersion de vitesse d'un lot de cartouche. Quels que soit la valeur de blanc, la hauteur de guidon, le mode de visée, etc.... L'écart d'impact sera le même pour une même différence de vitesse par rapport à la vitesse moyenne, à une distance donnée.

2.4. Influence du vent sur la déflexion des impacts

Le vent, surtout quand il est de **travers** (90° par rapport à la trajectoire= écart maximal) tend à dévier le projectile de sa trajectoire et provoque donc un **déplacement horizontal** (déflexion) des impacts dans le sens où va le vent.

D'aucuns pourraient penser qu'à 25m ou même à 50m, les effets du vent sont insignifiants. Or à moins de tirer avec des projectiles à très fort coefficient balistique ($CB > 0.5$), même un vent modeste provoque des écarts sensibles en cible qui peuvent expliquer souvent des impacts dispersés, le vent n'ayant pas forcément toujours la même vitesse et/ou la même direction durant la séance de tir.

Pour s'en convaincre, voici quelques valeurs de déflexion d'impacts pour un tir à 25m et à 50m avec un vent de seulement 25km/h, en fonction de la vitesse initiale du projectile et avec des CB respectivement de 0.1 et de 0.5. On voit ici nettement l'avantage de tirer avec des projectiles ayant un CB élevé, le décalage des impacts étant nettement plus faible qu'avec des projectiles à faible CB comme les balles rondes ou semi wadcutter.

Attention, ceci est une illustration didactique puisque le même projectile ne peut pas avoir le même CB sur une plage de vitesse aussi large que celle représentée sur les figures suivantes, il faudra choisir le projectile au CB désiré pour la gamme de vitesse souhaitée. Pour pondérer ces propos, même si le CB du projectile varie en fonction de la vitesse, cette variation reste relativement modérée.

Figure 23 : Tir à 25m

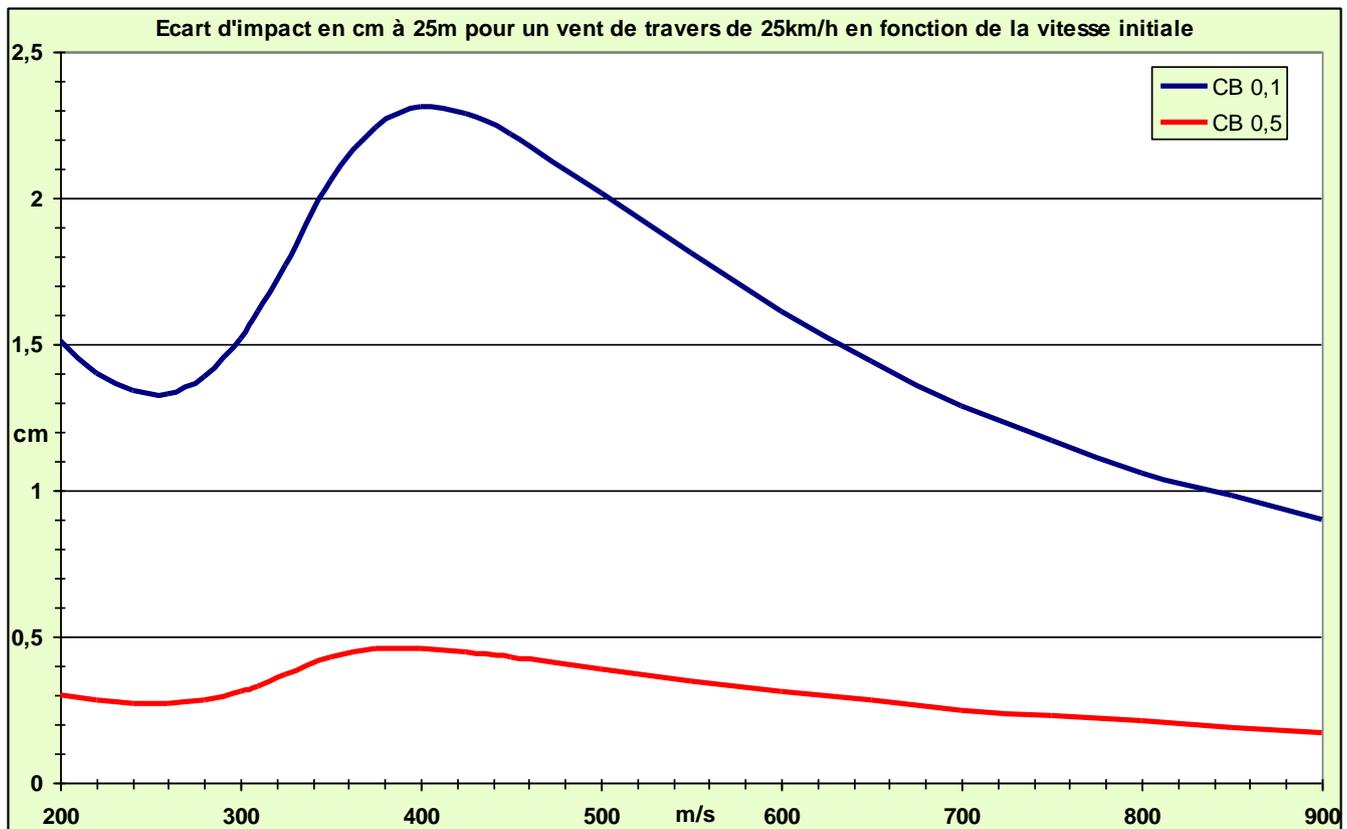
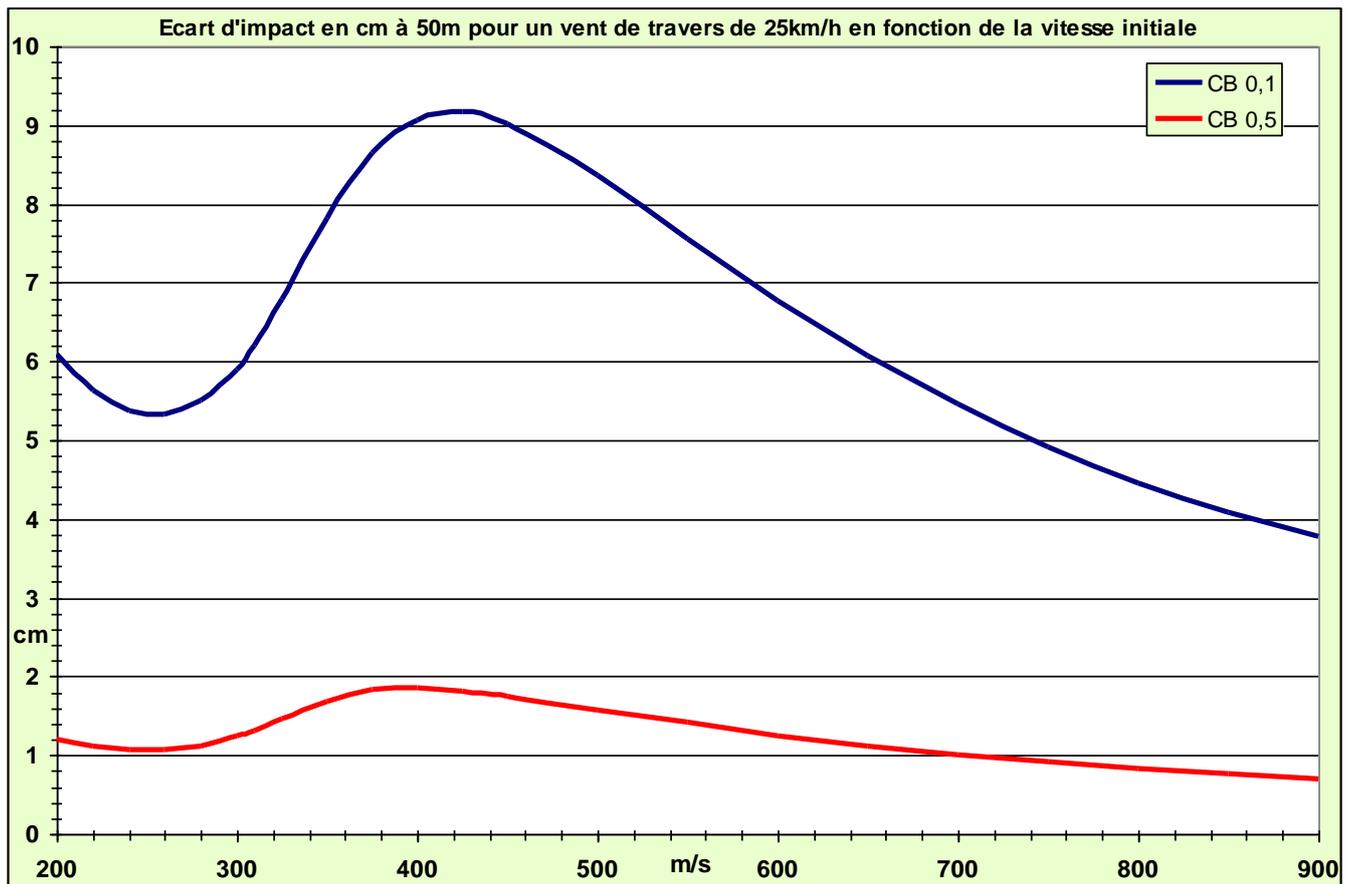


Figure 24 : Tir à 50m



L'observation de la **figure 24** permet d'expliquer des impacts fortement dispersés avec des projectiles à faible CB (0.1) surtout si le vent souffle en rafales donc avec une direction et une vitesse aléatoires.

Prenons un exemple chiffré : Pour un projectile ayant un CB de 0.1 et une vitesse initiale de 350m/s, sur une cible située à 50m, l'écart d'impact se situe autour de 8cm. Pour un tir suivant, pour peu que le vent souffle en direction opposée lors d'une rafale, tout en conservant sa vitesse, le deuxième impact peut donc se retrouver décalé de **8 cm dans l'autre sens**, donnant des impacts éloignés **horizontalement de 16cm**, avec des rafales de vent de seulement 25km/h (avec un CB de 0.5 cela n'aurait donné que 4 cm)

Il est possible d'observer aussi un autre phénomène : Entre moins de 200m/s et 270m/s environ, l'écart diminue lorsque la vitesse augmente, puis ensuite si la vitesse augmente l'écart augmente pour arriver vers un maximum situé autour de 420m/s, puis passé cette vitesse, l'écart diminue de nouveau.

Au début, la contribution de la diminution du temps de vol (donc le projectile est moins longtemps soumis aux effets du vent) est plus importante que l'augmentation de la résistance de l'air avec l'augmentation de la vitesse, donc l'écart diminue.

Mais lorsque l'on s'approche de la vitesse du son (325m/s), l'équilibre ne se fait plus et passé 270m/s environ, l'influence de l'augmentation de la résistance de l'air (donc de la sensibilité au vent) avec l'augmentation de la vitesse devient prépondérante devant la réduction du temps de vol jusqu'aux environs de 420m/s, ce qui augmente l'écart, puis de nouveau, après 420m/s, la réduction du temps de vol devient de nouveau prépondérante ce qui tend à diminuer l'écart d'impact.

On peut remarquer que l'écart d'impact évolue très rapidement en fonction de la distance. On peut appliquer la recette de cuisine suivante : Pour une vitesse de vent donnée, si la distance à la cible est multipliée par 2, l'écart d'impact est **approximativement** multiplié par 4 (en réalité 3.65 à 4.2 suivant la vitesse et le CB).

L'amplitude des écarts est **directement proportionnelle** à la vitesse du vent. Si la vitesse double, l'amplitude des écarts double.

La connaissance des effets du vent et de l'amplitude des écarts d'impacts qui en résultent, permet donc d'orienter le choix des projectiles à utiliser en fonction de la distance de tir et des performances souhaitées en favorisant les projectiles à fort CB, par la sélection du profil et/ou du poids de ceux-ci.

2.5. Stabilité du projectile

Pour un pas de rayures donné, il y a une longueur maximale de projectile à respecter pour que celui-ci reste stable sur lui-même tout au long de la trajectoire. Pour une longueur plus grande, le projectile risque de se retourner sur lui-même, engendrant d'une part des impacts de travers en cible, mais surtout des écarts d'impacts très importants en cible.

Comme la perte de stabilité peut intervenir au cours du vol, un projectile qui groupe très bien à 50m peut très mal grouper à 200m si la perte de stabilité intervient entre les deux distances

La formule approximative la plus simple et accessible à tout le monde sans connaissances particulières est la formule de Greenhill.

Cette formule n'est valable dans sa forme simplifiée que pour les projectiles plomb ou plomb chemisé.

Longueur maximum projectile = $150 \times \text{diamètre}^2 / \text{pas des rayures}$.

Avec : Longueur max en **mm** si diamètre projectile en **mm** et pas des rayures en **mm**,
Ou bien longueur max en **pouce** si diamètre projectile en **pouce** et pas des rayures en **pouces**

Exemple :

Calibre 44 magnum → diamètre 0.429 pouces (10.896mm)

Pas des rayures : 1 tour en 12 pouces (304.8mm)

Longueur projectile maxi en pouces = $150 \times (0.429)^2 / 12 = \mathbf{2.3 \text{ pouces}}$ (58.42mm)

Longueur projectile maxi en mm = $150 \times (10.896)^2 / 304.8 = \mathbf{58.42mm}$ (2.3 pouces)

Il existe d'autres formules bien plus élaborées (programme McGyro par exemple) dans lesquelles la vitesse initiale du projectile ainsi que le facteur de forme du projectile entrent en ligne de compte, mais il faut un ordinateur ou une calculette évoluée pour effectuer le calcul, ce qui sort de cet aperçu.

Pour mesurer le pas des rayures, on peut utiliser une baguette de nettoyage (**si rotation libre** par rapport à la poignée) munie de l'embout de nettoyage (feutre ou laine) du calibre approprié. Tracer une ligne droite sur la génératrice de la baguette avec un feutre non permanent (ou autre). Insérer la baguette dans le canon et aligner la ligne tracée sur la baguette avec un repère sur l'arme (le guidon par exemple), puis faire une marque sur la baguette à cet endroit. Enfoncer plus profondément la baguette dans le canon et s'arrêter lorsque la ligne droite aura effectué un tour par rapport au repère pris. Marquer cet endroit sur la baguette.

La distance séparant les deux marquages donne le pas des rayures.

2.6. Phénomènes vibratoires

On a pu voir en **figure 20** que si la vitesse est plus faible que la vitesse de référence, les impacts devraient être décalés vers le bas et si la vitesse est plus forte que la vitesse de référence, les impacts devraient être décalés vers le haut. C'est la théorie de la balistique extérieure, et c'est parfaitement modélisable.

Pourtant, il peut arriver par exemple, en contradiction avec la théorie, que si l'on augmente un peu la vitesse, les impacts soient situés plus bas que ceux de la vitesse de référence. Ce qui fait dire **à tort** à certains que cela est normal car la trajectoire des projectiles rapides est plus tendue que celle des projectiles à la vitesse de référence, donc ce qui explique que les impacts soient plus bas, ce qui bien entendu est complètement faux.

Le phénomène qui provoque cette contradiction vient du fait que les temps de parcours des projectiles dans le canon sont différents pour des vitesses différentes. Or durant le tir, le canon se déforme et vibre.

A des vitesses différentes le projectile ne sort pas du canon exactement à la même position relative de celui-ci dans l'espace, la bouche du canon n'occupant pas forcément la même position par rapport à celle qu'il occupait à la vitesse de référence à cause des phénomènes vibratoires, ce qui donne parfois des variations d'impact qui peuvent paraître en contradiction avec la théorie de la balistique extérieure.

Dans l'exemple pris (augmentation faible de la vitesse) la variation des impacts par rapport à ceux de la vitesse de référence peut se faire dans toutes les directions.

La vitesse de propagation de l'onde acoustique dans l'acier du canon s'effectue à environ 5900m/s, alors que le projectile a une vitesse de l'ordre de 250 à 1000m/s. Ce qui fait que la déformation et/ou la vibration du canon provoquée par la déflagration de la poudre arrive à la bouche du canon bien avant que le projectile ne quitte celui-ci. Cette vibration/déformation étant entretenue pendant un certain temps (réflexions multiples), le projectile quitte donc le canon à des positions différentes de la bouche du canon, pour des vitesses différentes.

Le déplacement d'impacts plus haut ou plus bas que les impacts de référence, ne donne pas forcément le sens de la variation de vitesse du projectile par rapport à la vitesse de référence.

Après cet aperçu sur la balistique intérieure et la balistique extérieure, on peut entamer la phase de rechargement proprement dite en ayant conscience des différents phénomènes liants les pressions, les vitesses, les trajectoires, les coefficients balistiques, les poids des projectiles, etc..., et l'implication que tous ces paramètres peuvent avoir sur le résultat en cible suivant les conditions d'utilisation souhaitées (distance, tenue au vent, régularité)

3.Rechargement

Pourquoi recharger ?

En première approche, il y a l'aspect économique, car le rechargement permet de faire de réelles économies par rapport au même volume de cartouches achetées dans le commerce. Cette économie est d'autant plus importante que la quantité de cartouches tirée est grande. Suivant les calibres, le rapport de prix entre une cartouche achetée et une cartouche rechargée peut varier de 2 à 15. Mais l'aspect économique ne doit pas être le seul élément moteur pour s'adonner au rechargement.

Il faut aussi prendre en compte le fait que le rechargement permet de tirer la munition la plus adaptée à chaque arme et à l'utilisation que l'on souhaite. Ce qui favorise une meilleure régularité des résultats si l'on maîtrise la technique de rechargement. On peut ainsi créer des cartouches parfaitement adaptées à la longueur de canon utilisé pour limiter les effets dus aux phénomènes vibratoires en cherchant le compromis donnant le meilleurs groupement, chose qui est plus difficilement envisageable avec des munitions manufacturées. Un rechargement bien maîtrisé permet d'obtenir des cartouches ayant des performances de régularité inégalées par rapport aux munitions manufacturées.

D'autre part, pour les armes classées (1^{ère} et 4^{ème} catégorie) la dotation en munitions manufacturées est de 1000 unités par arme et par an, ce qui peut être insuffisant pour une saison de tir.

3.1.Précautions d'usage

Tout d'abord, avant de commencer à recharger il faut connaître les précautions nécessaires d'une part à un bon rechargement et d'autre part, nécessaires à la sécurité.

- Ne jamais recharger en étant distrait, pas de rechargement à la hâte.
- Ne pas s'arrêter en cours d'opération, finir au moins une phase complète
- Ne pas fumer pendant une opération de rechargement
- Garder la poudre à l'abri de la chaleur. Eviter les lampes d'éclairage trop près du réservoir de la doseuse de poudre, éviter les phénomènes d'électricité statique
- N'utiliser que des poudres identifiées
- Ne jamais mélanger des poudres différentes entre elles
- Lors d'un nouveau chargement, diminuer la charge de poudre (10%)
- Vérifier l'état de vos étuis avant de recharger
- N'utiliser que du matériel de rechargement (presse, doseuse, outils) en bon état, propres et lubrifiés (pour les endroits qui ont besoin de lubrification)
- N'utiliser que des éléments de rechargement recommandés pour chaque calibre (amorces, projectile, type de poudre)
- Eviter d'inventer ou d'essayer des rechargements exotiques
- N'utiliser que des tables de rechargement dans lesquelles sont indiqués la longueur de l'étui utilisé (pas la longueur maxi), le type d'amorces, le type de projectile avec sa référence, la profondeur d'enfoncement de celui-ci (ou à défaut la longueur de la cartouche finie (connaissant le projectile, on peut en déduire la profondeur d'enfoncement), le type de poudre et le poids de poudre recommandé. Si la vitesse est donnée, elle n'a de sens que si la longueur du canon d'essai est indiquée.
- Ne pas se fier aux indications verbales ou extrapoler vers des projectiles ou poudres différents.

Et surtout, il faut développer une technique de rechargement avec des **positions et des gestes logiques**, en optimisant les trajets des éléments manipulés. Une fois cette technique mise au point et adoptée, conserver au maximum le même rituel pour que les opérations se déroulent presque inconsciemment à la manière d'un automatisme.

3.2. Outillage et constituants nécessaires

Il y a différents niveaux d'outillage. Celui obligatoire, celui fortement recommandé, celui conseillé.

Outillage obligatoire :

- Une presse
- Un jeu d'outils du calibre considéré
- Un shell holder pour le calibre considéré (c'est la pièce qui se fixe sur le bélier de la presse et qui maintient l'étui), de préférence de la même marque que celle des outils (pour des questions de tolérances).
- Etuis et projectiles du calibre considéré
- Amorces compatibles avec le calibre considéré
- Poudre adaptée à l'utilisation souhaitée et au calibre considéré

Outillage fortement recommandé :

- Une doseuse de poudre
- Un système d'amorçage automatique à fixer sur la presse pour coupler cette opération à celle d'une des opérations de rechargement.
- Une balance (mécanique ou digitale)
- Un entonnoir conçu spécialement pour verser la poudre dans les étuis (si on pèse systématiquement chaque charge)
- Un outil à nettoyer les logements d'amorce
- Un case trimmer (outil à raccourcir les douilles)
- Un outil à ébavurer les étuis
- Un pied à coulisse mécanique au 1/50^{ème} (ou digital au 1/100^{ème}, on en trouve à partir de 20€)

Outillage conseillé :

Un marteau à inertie (pour retirer le projectile de l'étui sur une cartouche finie)

Un appareil à nettoyer les étuis (ultrasons ou pot vibrant)

Une loupe

3.3. Détail de l'outillage

La presse :



Elle peut être simple, ou semi automatique. Une presse simple ne réalise qu'une seule opération à la fois, une presse semi automatique permet de réaliser plusieurs opérations grâce à une tourelle mobile qui avance à chaque mouvement du levier de la presse ce qui réalise une cartouche entièrement finie en un seule révolution de la tourelle.

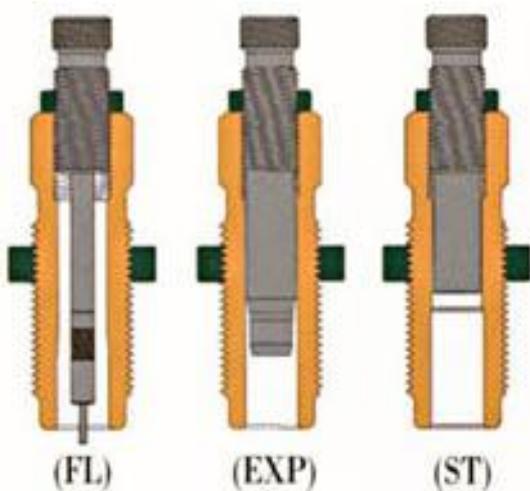
Selon la cadence souhaitée de réalisation de cartouches on optera pour une presse d'un type ou l'autre.

Pour information : Avec une presse simple, il faut 55 minutes à 70 minutes pour réaliser le rechargement de 100 cartouches de 38 SP. Avec une presse semi automatique, il faut 15 à 17 minutes pour obtenir la même quantité de cartouches (vécu et vérifié de nombreuses fois avec Presse LEE Progressive 1000)

Par contre, une presse semi automatique est un peu plus capricieuse qu'une presse simple, et le changement de calibre un peu plus délicat. Il est préférable d'utiliser une presse semi automatique dédiée à un calibre.

Le jeu d'outils de rechargement :

Il y a deux famille de jeux d'outils : Ceux pour douilles droites et ceux pour douilles à collet retreint.



Pour les douilles droites le jeu d'outil comprend 3 matrices correspondant respectivement aux opérations de recalibrage/désamorçage, évasement de l'étui, et mise en place du projectile/sertissage.

Les jeux d'outils pour douilles droites sont disponibles en 2 versions : Version standard ou version avec bague en carbure de tungstène pour la matrice de recalibrage, cette version permettant de ne pas avoir à lubrifier les étuis lors de l'opération de recalibrage, d'où un gain de temps et de confort très appréciable, car l'opération de dégraissage est longue. La différence de prix entre les deux versions est modique et incite à choisir la version avec bague carbure.

Pour les douilles à collet retreint, généralement il n'y a que 2 matrices, le projectile le plus souvent utilisé avec ces douilles est un projectile chemisé, de ce fait il n'y a plus nécessité de la matrice réalisant l'évasement. Pour l'utilisation de balles plomb, il y a toujours possibilité d'acheter séparément la matrice d'évasement



Pour les puristes il existe un outil supplémentaire disponible en plus et **en option** aussi bien pour les douilles droites que pour les douilles à collet retreint. Il est appelé « Factory crimp » et réalise un sertissage identique à celui qui est réalisé en usine. Il permet le sertissage d'un projectile chemisé même en l'absence de gorge de sertissage. Du fait qu'avec cet outil, la pression de sertissage est latérale au lieu d'être verticale comme c'est le cas avec l'utilisation de l'outil standard, les étuis très fins ne risquent plus de se déformer, et l'épaule des étuis à collet retreint ne risque plus d'enfoncement.

Cet outil s'utilise en complément de l'outil de mise en place du projectile (et qui en standard permet aussi un sertissage appelé « Taper crimp » ou sertissage conique) qui sera réglé pour ne pas effectuer l'opération de sertissage. Cette opération sera effectuée par le « Factory crimp » après l'opération de mise en place du projectile.

Cet outil n'est pas indispensable et d'ailleurs dans la majorité des cas, ainsi que pour une meilleure précision, le rechargement se fera sans sertissage, le maintien du projectile sera assuré par l'élasticité du collet de l'étui créant la tension nécessaire à son maintien.

Le shell Holder



C'est la pièce qui maintient l'étui sur le béliet de la presse, elle peut être utilisée pour différents étuis compatibles et donc couvrir différents calibres.

Choisir le shell holder compatible avec le calibre considéré

Cet outil est souvent vendu séparément. Il est recommandé de choisir un shell holder de la même marque que les outils pour des problèmes de compensation de tolérances, mais certains fabricants d'outils de rechargement le fournissent gratuitement en standard avec chaque jeu d'outils (Lee par exemple).

Les Etuis

Utiliser des étuis correspondant au calibre considéré et en bon état. Veiller à ce qu'ils soient propres.

Bien que probablement cette recommandation soit inutile, il faut préciser de n'employer que des étuis compatibles avec un amorçage **BOXER**. Les étuis à amorçage BERDAN sont d'une part beaucoup plus difficiles à désamorcer, d'autre part la plupart des outillages ne conviennent pas.

Suivant les fabricants, la durée de vie, ou le nombre de rechargement supportés, peut varier dans de très grandes proportions. Il vaut mieux acheter des étuis qui valent 10 à 20% plus cher que d'autres, les étuis de bonne qualité supportant 2 à 5 fois plus de rechargements.

Par exemple, les étuis Lapua en 357 Mag, tirés avec 0.2g de Ba10 supportent en moyenne une centaine de rechargements et il n'est pas rare qu'au bout de 200 rechargements il en reste encore plus de 60% de ceux d'origine. Avec certaines marques il arrive que plus de 50% des étuis se fendent au bout de 4 à 5 rechargements. Donc attention aux fausses économies.

Les Projectiles :

Il est fortement recommandé d'utiliser des projectiles dont le diamètre est adapté au **diamètre réel** du canon utilisé. Si l'achat de l'arme est fait auprès d'un armurier compétant et respectueux de ses clients, il doit pouvoir fournir cette information sous forme d'un moulage de l'empreinte du canon (le soufflé).

Un projectile plomb sur-calibré entraînera un emplombage des rayures en début de canon (à la prise des rayures)

Un projectile plomb sous-calibré entraînera un emplombage vers la bouche du canon, les gaz brûlants passant devant le projectile par les interstices entre celui-ci et le canon.

Pour les projectiles en plomb pur (dureté Brinell=9), ne pas dépasser 430/440 m/s, sinon il y aura apparition d'emplombage du canon. Avec les projectiles plomb du commerce (qui sont des alliages à la dureté Brinell plus importante de 14 à 20), la vitesse peut être portée à 550/600m/s.

Au delà de 550/600m/s, il faut impérativement utiliser des projectiles chemisés pour éviter l'emplombage

Lors de l'utilisation de projectiles à base creuse (ou à jupe) n'utiliser que des charges développant une basse pression pour éviter la séparation de la jupe du reste du projectile.

Les Poudres

Les principales sources d'approvisionnement de poudre sont des poudres Françaises VECTAN fabriquées par la SNPE.

La famille de poudres VECTAN propose toute une série de vivacités étalées depuis les poudres « rapides » (BA10) jusqu'aux poudres « lentes » (SP13) de façon à pouvoir couvrir tous les calibres accessibles au tireurs en étant adaptées aux pressions admissibles et à la capacité des étuis suivant le type de poudre choisi.

Depuis quelque temps la poudre Finlandaise VIHTAVUORI est aussi disponible en France. C'est une poudre de très bonne qualité réputée parmi les tireurs pour sa régularité. On la trouve au même prix que les poudres VECTAN (à poids égal).

Pour le rechargement, se reporter aux tables établies par la SNPE ou VIHTAVUORI ou aussi disponibles dans certains ouvrages sérieux (R.Malfatti par exemple)

La doseuse

Bien qu'il soit possible d'utiliser une chargeuse manuelle préalablement calibrée pour une poudre donnée, cette méthode est lente, et peu sécurisante. Le mieux serait d'utiliser une doseuse.

Il existe plusieurs types de doseuses.

Les doseuses à tiroir ou à boisseau à volume fixe :

Elles utilisent un trou calibré dont le volume est connu et donc stable dans le temps. Si l'on veut changer la quantité de poudre, il faut changer le tiroir ou le boisseau. Plusieurs tiroirs ou boisseaux sont livrés avec la doseuse permettant de couvrir une large gamme de poids de poudre.

- Avantages :

Avec ce type de doseuse, on peut à la limite se passer de balance, car pour chaque trou calibré, le volume est connu et par définition il ne peut varier (par contre la masse volumique de la poudre peut varier faiblement avec le degré d'humidité et la température). Connaissant le volume et la masse volumique de la poudre utilisée on sait à quel poids de poudre correspond le trou choisi. Une table de correspondance couvrant les poudres Vectan est généralement fournie.

Pas de dérèglement possible dans le temps

- Inconvénients :

La quantité de tiroirs ou de boisseaux fournis avec la doseuse étant limitée, la progression de la charge se fait par pas et on ne peut donc pas avoir un réglage fin du poids de poudre. C'est assez gênant si l'on cherche le poids idéal de poudre pour réaliser le meilleur groupement, la charge idéale pouvant se trouver entre 2 pas, mais très suffisant pour une utilisation classique sans « pinaillage ».

Le changement de tiroir ou de boisseau prend un certain temps (2 à 3 minutes) et nécessite un démontage partiel de la doseuse, avec généralement nécessité de vider le réservoir de la doseuse pour effectuer ce changement.

Les doseuses à réglage micrométrique



La doseuse possède un organe de réglage micrométrique du volume (donc du poids de poudre) délivré à chaque sollicitation

- Avantages :

Vu que le réglage est continu, il est possible d'obtenir n'importe quel poids de poudre (dans les limites des capacités de la doseuse). C'est très utile si l'on veut chercher la charge optimale de poudre.

On peut changer de charge de poudre sans démontage

- Inconvénients :

Du fait que la charge est variable, il est nécessaire de posséder une balance pour vérifier le poids de poudre délivré.

Même si on ne touche pas au réglage micrométrique, la charge de poudre délivrée peut varier dans le temps (jeu dans le réglage, variations de température)

Avec les doseuses réglables, il est recommandé de vérifier le réglage que l'on souhaite, en pesant le total de 10 charges successives, et en divisant le poids total mesuré par 10. La valeur obtenue après division est **la valeur moyenne** de la charge de poudre délivrée à chaque sollicitation. L'erreur de reproductibilité de la doseuses étant ainsi elle aussi divisée pour la détermination du réglage. Ajuster ainsi la valeur moyenne du réglage à la charge souhaitée, l'erreur de reproductibilité (inévitable, de l'ordre de $\pm 0.25\%$ à $\pm 2\%$ de la charge suivant les doseuses et suivant les poudres) sera répartie de part et d'autre de cette valeur moyenne qui sera par contre bien centrée. Pour ceux qui recherchent une précision absolue, il est recommandé de peser chaque charge pour annuler l'erreur de reproductibilité, mais c'est long. L'erreur de reproductibilité touche aussi les doseuses à volume fixe.

Attention, lorsque l'on remplit le réservoir de poudre de la doseuse (quelque soit son type) lors d'une nouvelle utilisation, les 4 ou 5 premières charges délivrées après remplissage sont erronées, le temps que les contraintes, de la colonne de poudre du réservoir, s'équilibrent

Il existe aussi des doseuses des 2 types se montant sur la presse. Elles sont actionnées automatiquement par la manœuvre du levier de celle-ci, ce qui permet que la charge de poudre soit délivrée durant une phase de rechargement.



Je recommande la doseuse LEE Pro auto disk. Cette doseuse concentre tous les avantages de tous les types de doseuses sans les inconvénients, Car elle est équipée de disques comprenant des trous calibrés (donc indé réglables), et en option, on peut lui adjoindre un tiroir à réglage micrométrique (donc réglage très fin). Le changement de tiroir peut s'opérer sans avoir à vider la poudre, le réservoir étant équipé d'une valve de fermeture.

De plus elle se monte sur pratiquement n'importe quelle presse et délivre automatiquement la charge de poudre durant l'opération d'évasement en passant à travers l'outil évaseur LEE fourni dans le jeux d'outil LEE. Pour ceux qui ont des outils d'autres marques, la matrice d'évasement LEE (universelle ou adaptée à un calibre) peut être achetée séparément pour moins de 20€. Vu que l'on réalise deux opérations en une, le gain de temps et de manipulation que cela procure vaut largement l'investissement d'une matrice supplémentaire si on possède d'autres outils que LEE. (Je n'ai pas d'intérêts chez LEE)

L'amorçage

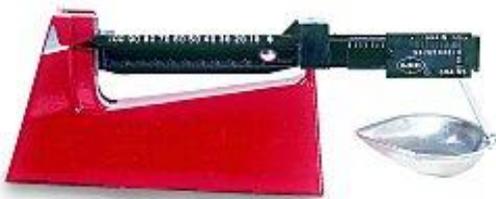
L'amorçage peut se réaliser dans une opération séparée en utilisant un outil manuel d'amorçage sur des étuis préalablement recalibrés et désamorçés.

On peut aussi réaliser l'amorçage durant une des phases de rechargement sur la presse. Pour cela il faut disposer de l'outillage permettant d'insérer automatiquement l'amorce dans l'étui soit en positionnant manuellement l'amorce sur cet outil, soit l'outil a la possibilité de saisir automatiquement une amorce à partir d'un réservoir à amorces.

Ce dispositif peut être fourni séparément si la presse est conçue pour cela en utilisant un Kit type « add on » spécifique à cette presse, soit il est fourni en standard avec celle-ci, ce qui est préférable.

La balance

La résolution de la balance doit être au minimum de $1/100^{\text{ème}}$ de gramme (soit $\pm 0.01\text{g}$ ou $\pm 10\text{mg}$) ou mieux.



Les balances peuvent être de type standard (mécanique) ou électronique (digitale)



On peut facilement trouver sur Internet des balances digitales au $1/100^{\text{ème}}$ (ou mieux au $1/200^{\text{ème}}$ donc résolution $\pm 0.005\text{g}$ ou $\pm 5\text{mg}$) pour moins de 35€, fonctionnant sous plusieurs unités (grammes, Grains, Carat, etc..)

Quelque soit le type de balance, il est recommandé de posséder le poids étalonné permettant le calibrage de celle-ci

Le Case Trimmer

Cet outil sert à raccourcir les étuis ou mais il est plutôt utilisé pour régulariser la longueur de ses étuis.

En effet, si on mesure la longueur d'étuis tous neuf d'une même boîte, on pourra constater d'une part, qu'il n'ont pas tous la même longueur, et d'autre part que le plan de coupe au collet n'est souvent pas perpendiculaire à l'étui, ce qui fait que le projectile n'est pas maintenu de façon symétrique.

Le fait que les étuis n'ont pas la même longueur peut entraîner une variation de sertissage (donc pression de départ) surtout si on utilise l'outil standard de mise en place du projectile/sertissage. Car c'est le réglage de la profondeur d'enfoncement de l'étui dans la matrice de sertissage qui va déterminer l'amplitude du sertissage. Donc une variation de longueur d'étui entraînera une variation de sertissage qui peut faire varier la pression de départ de +150% (pression minimale pour que le projectile quitte l'étui).

Bien que l'on ait vu en **figure 15 et figure 16** de ce document que la pression dans la chambre et la vitesse ne varient pas dans de grandes proportions en fonction de la pression de départ, il peut être

intéressant de limiter les écarts d'impact que cela peut engendrer en cible, ou de limiter les risques de surpression si l'on est proche de la pression maximale admissible



Pour cela, il faut mesurer tous les étuis de la boîte, et sélectionner le plus court (en accord avec le chambrage tout de même), puis à l'aide du Case Trimmer il faut raccourcir tous les autres étuis pour les mettre tous à la longueur que l'étui le plus court. Ils auront ainsi tous la même longueur et le plan de coupe sera bien perpendiculaire à l'étui pour un maintien bien symétrique du projectile.

Au gré des tirs, des rechargements et des diverses contraintes appliquées à l'étui, il faut de temps en temps vérifier la longueur de ceux-ci. Utilisé à forte charge le métal de l'étui reflue vers le collet et la longueur tend à augmenter.

Outil à ébavurer



Après l'utilisation du Case Trimmer il est indispensable de retirer les bavures créées par le passage de la fraise qui a raccourci les étuis.

Pour cela, il existe un outil permettant d'un côté, d'ébavurer l'intérieur de l'étui, et de l'autre côté d'ébavurer l'extérieur de l'étui.

Attention, il faut juste retirer les bavures, ne pas transformer l'étui en emporte pièce avec des bords très affûtés.

Le marteau à inertie

Si l'on désire retirer un projectile d'une cartouche finie, le mieux tant sur le plan pratique que sur le plan sécurité serait d'utiliser un marteau à inertie.



La cartouche est insérée dans une pince, laquelle est montée dans un réceptacle (généralement en plastique). On utilise cet outil comme on le ferait d'un marteau en tapant fort sur une surface dure. Par inertie, le projectile va petit à petit sortir de l'étui jusqu'à le quitter et se retrouver au fond du réceptacle.

Suivant le sertissage appliqué, il faudra plus ou moins de coups pour récupérer le projectile, le plus souvent en parfait état (Veiller à mettre un matelas de coton, ou un bout de moquette dans le fond du réceptacle pour préserver l'état du projectile, surtout s'il est en plomb).

3.4. Les opérations de Rechargement

Il faut différentes actions pour effectuer un rechargement complet. Certaines actions pouvant être effectuée durant la même phase, c'est-à-dire avec le même outil monté sur la presse.

Il est supposé que les étuis utilisés sont propres, en bon état, du même fabricant et de préférence ayant subi le même nombre de cycles rechargements.

Action 1 : Recalibrage de l'étui :

Après le tir l'étui s'est dilaté et a pris les dimensions et la forme de la chambre. Cette opération a pour but de ramener ses dimensions et sa forme aux valeurs standard.

Action 2 : Désamorçage :

Cette action a pour but de retirer l'amorce percutée.

Action 3 : Nettoyage du puits d'amorce.

Cette action a pour but de débarrasser le puits d'amorce des résidus pouvant être présents et gêner la mise en place une nouvelle amorce, celle-ci pouvant ne plus être correctement enfoncée.

Remarque : Cette action bien que recommandée, n'est pas forcément nécessaire à chaque rechargement. On peut se contenter de la faire tous les 3 ou 4 rechargements. Il faut simplement surveiller l'état d'encombrement du puit d'amorce, et réaliser le nettoyage dès que nécessaire.

Il faut par contre veiller à ce que les amorces montées ne dépassent du culot de la cartouche. Il y a d'une part risque de percussion accidentelle, et d'autre part, risque de mal fonctionnement, les amorces en saillie pouvant bloquer la rotation du barillet ou la fermeture complète de la culasse.

Action 4 : Evasement du collet de l'étui

Lors de l'utilisation de projectiles plomb, c'est essentiellement pour éviter que les lèvres de l'étui ne constituent une sorte de rabot en fabricant un copeau de plomb (dans la phase d'enfoncement du projectile) que cet évasement est nécessaire. Avec des projectiles chemisés, cet évasement n'est pas forcément requis, tout au plus il aiderait le maintien de celui-ci lors de sa mise en place.

Action 5 : Amorçage :

Elle a pour but d'insérer une nouvelle amorce dans le puits d'amorçage.

Action 6 : Ajout de la charge de poudre :

Dans cette action, la charge de poudre doit avoir été bien dosée car la régularité de la charge déterminera la qualité et la reproductibilité de la cartouche.

N'utiliser que des charges de poudre recommandées associées aux poids et enfoncement des projectiles préconisés indiqués dans les tables sérieuses. SNPE, VIHTAVUORI, René Malfatti.

Eviter les recettes de cuisines transmises oralement, qui au gré des transmissions multiples perdent les conditions initiales d'utilisation et ne sont plus applicables au cas qui vous occupe.

Action 7 : Mise en place du projectile et sertissage (optionnel)

C'est la dernière action avec les outils standard. Le sertissage est optionnel suivant le réglage de l'outil.

REMARQUE :

Tout en conservant l'ordre des actions, certaines peuvent être regroupées dans la même phase (c'est-à-dire durant la phase correspondant à un outil). Cela dépend du choix du rechargeur et/ou des possibilités de la presse utilisée.

Les presses pouvant toutes fonctionner en double action (levier tiré, levier poussé) il est possible de réaliser les actions 1, 2 et 5 durant la même phase. L'action 3 consistant à nettoyer le puits d'amorce n'étant réalisée que de façon épisodique dans ce cas.

L'action 5 (Amorçage) peut aussi se réaliser séparément avec un amorceur à main en dehors de la presse.

3.5.Mode Opératoire de réglage des outils

3.5.1.Matrice à recalibrer et désamorcer.

Suivant l'utilisation ou non de matrice de recalibrage à bague carbure, il faudra ou non lubrifier préalablement l'extérieur des étuis. L'utilisation d'outils au carbure dispense de lubrification.

- Monter le support d'étui (shell Holder) sur le bélier et tirer à fond sur le levier de la presse (le bélier atteint sa position la plus haute).
- En l'absence d'étui, visser la matrice de recalibrage jusqu'à venir en butée sur le shell holder, puis dévisser d'un quart de tour environ. Bloquer la grosse bague pour figer ce réglage.
- Visser la tige de désamorçage afin que l'aiguille sorte de l'outil d'environ 6mm et bloquer la tige à l'aide des éléments disponibles (variable suivant les fabricants d'outils)
- Vérifier 'à l'aide d'un étui amorcé, que l'amorce est correctement retirée lorsque le levier est tiré ; sinon faire dépasser le tige d'une valeur plus importante.

3.5.2.Matrice à évaser le collet

Il est recommandé de préparer quelques étuis préalablement recalibrés, non amorcés, et dégraissés s'ils ont été lubrifiés. Il y a risque de détérioration permanente de certains étuis pour un rechargeur novice.

- Dévisser au maximum, le mandrin expandeur du corps de l'outil.
- Mettre un étui préalablement recalibré dans le shell holder.
- Tirer à fond sur le levier (le bélier atteint sa position la plus haute)
- Visser l'outil jusqu'à venir en butée sur le shell holder, puis dévisser d'un quart de tour et bloquer ce réglage à l'aide de la grosse bague.
- Visser le mandrin expandeur jusqu'à sentir une résistance. L'expansion du collet est au minimum.
- En remontant le levier vérifier l'état de l'évasement réalisé sur le collet de l'étui.
- Si nécessaire, visser le mandrin expandeur un peu plus pour obtenir une expansion plus prononcée.
- Procéder ainsi par tâtonnements successifs jusqu'à obtenir l'évasement souhaité
- Bloquer le réglage de l'enfoncement du mandrin lorsque l'on a atteint l'évasement souhaité

Cette opération est nécessaire avec les projectiles en plomb pour éviter que les parois de l'étui ne jouent le rôle d'un rabot et ne découpent des copeaux de plomb lors de l'enfoncement final du projectile.

L'évasement doit être à **peine prononcé**, le but n'étant pas de transformer l'étui en entonnoir. La valeur idéale d'évasement doit être celle qui permet d'enfoncer à la main un projectile plomb sur une profondeur d'environ 2mm à 3mm juste de manière à ce que celui-ci tienne en place dans l'étui lors de l'opération de mise en place du projectile.

Ne pas oublier que la durée de vie dépend beaucoup de l'amplitude de l'évasement réalisé. Un évasement excessif entraîne une fatigue et un écrouissage du collet qui réduira tragiquement le nombre de rechargements supportés par l'étui. **N'évaser que le strict nécessaire.**

REMARQUE : Il se peut que le mode opératoire de réglage de la matrice à évaser diffère selon les fabricants d'outils, L'évaseur LEE par exemple, pour lequel le réglage ne s'effectue qu'en réglant la hauteur du corps de l'outil.

3.5.3. Matrice de mise en place du projectile/ sertissage

Préparer quelques étuis préalablement évasés et non amorcés.

Réglage de la matrice de sertissage.

- Dévisser à fond le poussoir de balle du corps de l'outil
- Mettre un étui évasé dans le shell holder
- Tirer sur le levier (le bélier atteint sa position la plus haute)
- Visser la matrice jusqu'à sentir une résistance.
- Relever le levier puis visser légèrement la matrice
- Tirer sur le levier et relever le levier
- Vérifier le collet de l'étui
- Renouveler plusieurs fois l'opération en vissant légèrement la matrice jusqu'à obtenir que les lèvres du collet commencent **à peine** à se refermer vers l'intérieur de l'étui.
- A ce stade, dévisser la matrice de 1/8^{ème} de tour et **mettre un nouvel étui évasé** dans le shell holder
- Tirer sur le levier puis le relever et vérifier les lèvres du collet, **le réglage optimal sans sertissage est atteint dès que les lèvres du collet ne se referment plus vers l'intérieur de l'étui**
- Si les lèvres du collet se referment encore, renouveler l'opération avec **un nouvel étui évasé**, procéder de manière itérative en dévissant légèrement la matrice.
- Bloquer le réglage du corps de l'outil

A ce stade on obtient un réglage sans sertissage. Si l'on désire un sertissage, il faut visser un peu plus le corps de la matrice, on constatera que les lèvres de l'étui commencent à se refermer vers l'intérieur, mais il est préférable d'effectuer le réglage du sertissage avec un projectile.

Réglage de l'enfoncement du projectile

A faire une fois la matrice de sertissage préréglée

- Mettre un étui évasé dans le shell holder
- Positionner un projectile dans l'étui en l'enfonçant à la main sur 2 ou 3 mm juste de manière à ce qu'il reste en place sans tomber.
- Tirer sur le levier.
- Visser le poussoir de balle jusqu'à sentir une résistance : le poussoir est en contact avec le projectile.

- Relever le levier et visser le poussoir d'une valeur un peu plus faible que la celle correspondant à la valeur de projectile restant à enfoncer (pour atteindre l'enfoncement préconisé dans les tables de rechargement)
- Tirer sur le levier puis le relever pour vérifier l'enfoncement du projectile.
- Procéder de manière itérative jusqu'à obtenir l'enfoncement désiré.
- Bloquer le réglage du poussoir de projectile

Si l'on désire un sertissage, dévisser le poussoir de projectile de 1 tour environ, puis visser le corps de la matrice de sertissage de $1/8^{\text{ème}}$ de tour. Si le sertissage n'est pas suffisant renouveler l'opération jusqu'à obtenir le sertissage désiré, puis reprendre légèrement le réglage de l'enfoncement du projectile.

Le sertissage n'est utile que pour les charges générant un très fort recul ou pour les armes à magasin tubulaire dans lequel les cartouches sont empilées les unes derrière les autres. Le fort recul suivi du renvoi (par le ressort sous tension) de la masse des cartouches pouvant, au fur et à mesure des tirs, enfoncer le projectile dans l'étui et créer ainsi un risque de surpression.

Dans le cas de l'utilisation **de projectiles chemisés**, le sertissage ne doit se faire que dans la gorge de sertissage. Si le projectile n'est pas pourvu de gorge de sertissage, il est préconisé d'utiliser une matrice supplémentaire appelée « Factory crimp ». Dans ce cas, il ne faut pas sertir avec l'outil standard de mise en place du projectile, mais utiliser l'outil « factory crimp » juste à la phase suivante.

3.6.Mode Opératoire de Rechargement

Il faut avoir une position de rechargement logique, c'est-à-dire évitant au maximum les déplacements des mains et les grands gestes de manière désordonnée. Les trajets effectués doivent être optimisés afin de limiter les risques d'erreur

- Adopter toujours les mêmes positions pour éviter d'avoir à réfléchir, il faut conserver le rituel de manière à acquérir une sorte d'automatisme.
- Si l'on n'utilise pas de matrice de recalibrage avec bague au carbure, il est impératif de lubrifier les étuis.
- Si l'on utilise une presse simple (non semi automatique) il faut réaliser le rechargement par phase complète avec le même outil.
- Les opérations de rechargement se font dans l'ordre des phases croissant. Selon l'option choisie par le rechargeur :

Si le rechargement se fait à l'aide d'une doseuse délivrant la poudre au travers de la matrice d'évasement l'option 1 est obligatoire, car l'amorçage doit se faire avant l'évasement, sinon la poudre fuit par l'évent.

Option 1 : L'amorçage se fait dans la **phase 2** mais dans ce cas il est plus intéressant de ne procéder au nettoyage du puit d'amorce que tous les 3 à 4 rechargements. Ne pas amorcer la fois où on décide du nettoyage du puit d'amorce. Dans ce cas après nettoyage du puit d'amorce l'amorçage se fera en déroulant de nouveau la **phase 2** (sans matrice puisque l'étui est déjà recalibré en même temps que désamorcé).

Remarque :

Pour ceux qui se poseraient la question : L'enfoncement du mandrin d'évasement en phase 5 peut-il créer une pression susceptible de chasser l'amorce, si celle-ci a été introduite lors de la phase 2 ?

Ce risque est inexistant !!!!! En admettant même que le mandrin soit parfaitement hermétique et qu'il s'enfonce d'une profondeur équivalente à la moitié de la profondeur de l'étui (chose rare, c'est toujours moins), la pression engendrée dans l'étui ne serait que de **2 bar**. Pression vraiment insuffisante pour faire bouger l'amorce.

Pour s'en convaincre, il suffit d'essayer de rentrer une amorce dans le puit d'amorce à la main en la poussant avec un doigt. Pratiquement impossible au commun des mortels, or la pression déployée sur l'amorce par le doigt est supérieure à 10 bar (au delà cela fait mal), et pour autant l'amorce n'est pas rentrée. Elle ne sortira donc pas pour 2 bar de pression interne à l'étui.

Par acquis de conscience, j'ai mesuré la pression qu'il fallait appliquer pour insérer l'amorce dans le puit en prenant parmi les différentes marques d'amorces dont je disposais, celle qui rentrait le plus facilement. Il fallait au moins 14 kg sur l'amorce, **soit une pression supérieure à 63 bar** (diamètre amorce large pistol=0.534cm soit une surface de 0.22 cm² → pression = 14/0.22 = 63,45 bar).

Option 2 : L'amorçage se fait en **phase 5** juste après l'évasement lors du relevage du levier.

Phase	Outil Utilisé	Action sur levier	Opération réalisée
1	Tampon à lubrifier: Hors presse	Na	Lubrification des étuis si utilisation de matrice sans bague carbure
2	Matrice recalibrage/désamorçage	Tirer	Recalibrage
			Désamorçage
		Relever	Amorçage (si option 1 choisie)
3	Chiffon ou autre procédé Hors presse	Na	Dégraissage des étuis si lubrification préalable
4	Fraise à nettoyer : Hors presse	Na	Nettoyage puit d'amorce, sauf si amorce neuve déjà en place
5	Matrice d'évasement	Tirer	Evasement (et ajout de poudre suivant doseuse)
		Relever	Amorçage (si option 2 choisie)
6	Doseuse Hors presse	Na	Ajout de la charge de poudre Peut être réalisée automatiquement durant la phase 5 (évasement) au travers de la matrice mais dans ce cas option 1 obligatoire
7	Matrice de mise en place projectile/sertissage	Tirer	Enfoncement du projectile
			Sertissage éventuel suivant réglage
		Relever	Cartouche terminée (sauf factory crimp éventuel)
8	Matrice optionnelle de sertissage Factory crimp	Tirer	Sertissage « factory crimp »
		Relever	Cartouche terminée et sertie façon « factory crimp »

Na= Non applicable

4. Conclusion

Pour récapituler dans les grandes lignes ce qui a été développé au cours de ce document :

- Le rechargement est une opération qui demande une grande attention, d'où sont exclus les inventions et essais exotiques qui pourraient être les derniers que celui qui s'y adonne aurait l'opportunité de réaliser.
- N'utiliser que des éléments et des outillages de bonne facture
- Lorsque l'on initialise un nouveau chargement, baisser de 10% la charge de poudre préconisée. Après vérification qu'aucune surpression ne soit apparue, il sera possible d'augmenter progressivement la charge jusqu'à atteindre la valeur préconisée.

- Choisir des projectiles adaptés au niveau poids/CB en fonction des performances souhaitées
- Respecter les profondeurs d'enfoncement de projectiles préconisées dans les tables de rechargement.
- Si l'on augmente la profondeur d'enfoncement, réduire la charge de poudre.
- Si l'on augmente le poids du projectile, diminuer la charge de poudre surtout si l'on est proche de la pression maximale admissible.
- Si on substitue un projectile chemisé (de même poids et de même longueur) à un projectile plomb, diminuer la charge de poudre, surtout si l'on est proche de la pression maximale admissible
- Si l'on ne nettoie pas les puits d'amorce systématiquement à chaque rechargement, vérifier lors du rechargement, que l'amorce n'est pas en saillie de l'étui.
- Recharger de façon méthodique et prudente
- Ne pas extrapoler les charges d'une marque de poudre pour utiliser une poudre d'une autre marque à la vivacité équivalente. Les masses volumiques étant différentes, les taux de chargement seront différents et les pressions aussi.

Ce document ne représente qu'une initiation au rechargement, il ne fait que fournir les bases indispensables au bon déroulement des opérations, à la sécurité et à la prise de conscience des divers phénomènes souvent interdépendants qui régissent cette spécialité.

La maîtrise du rechargement ne sera obtenue qu'au bout d'une longue pratique et par la consultation d'ouvrages spécialisés, en essayant de trier les « vrais » ouvrages des pâles recopies de soit disants « experts » qui par leur ignorance et surtout par le fait que les conditions initiales sont souvent omises (preuve de leur incompétence) mettent en danger le rechargeur novice.

Remarque : De bonnes cartouches ne suffisent pas pour faire de vous un bon tireur, mais un bon tireur ne peut le devenir sans de bonnes cartouches.

Liens utiles :

Désolé, ils sont presque tous en Anglais

- Différents calculateurs en ligne :

<http://www.eskimo.com/~jbm/ballistics/calculations.html>
<http://www.uslink.com/~tom1/calcbc/calcbc.htm#calculator>
<http://www.nfa.ca/content/category/5/82/197/>
<http://www.uslink.com/~tom1/calcbc/calcbc.htm>

- Informations et liens vers des programmes :

<http://www.snipercountry.com/ballistics/index.html>
http://fred.elie.free.fr/balistique_exterieure.htm
http://fred.elie.free.fr/balistique_interieure.htm
<http://www.shootguns.info/pub.htm>

- Tables de rechargement :

http://www.nobelsport.fr/nobelsport/fr/schedules/armesdepoing_2006.pdf
http://www.nobelsport.fr/nobelsport/fr/schedules/armesdepaule_2006.pdf
http://www.nobelsport.fr/nobelsport/fr/schedules/vivacite_2006.pdf
<http://www.vihtavuori-lapua.com/pdfs/Reloading-Guide.pdf>

- Bibliographie

American Rifleman magazine : Publication NRA