

# Le petit livre du Rimfire d'Alain DEB

## Table des matières

Introduction : défense et illustration du Rimfire

- 1 Des débuts placés sous le signe de la chance
- 2 Un reportage photo déclencheur de vocation
- 3 L'héritage de Jean-Louis Espinet et de Gilbert Duret
- 4 Premier jour au stand et retour triomphale à la maison
- 5 Premiers pas au stand
- 6 Formation sur le tas
- 7 Premiers pas en compétition
- 8 Une leçon d'humilité
- 9 Le rebond
- 10 Quel matériel utiliser ?
  - a) Le trépied
  - b) Le sac arrière
  - c) La carabine / le canon
  - d) La crosse
  - e) Le bloc détente
  - f) La lunette de visée
  - g) Le tuner
  - h) Le bloop tube
  - i) Le mid barrel
  - j) Le tabouret
  - k) Girouettes et autres indicateurs de vent
  - l) La table
  - m) La cible WBSF
- 11 Recherche de la position idéale
- 12 Sélection des munitions
- 13 Rituel d'installation et entraînement
  - a) Rituel d'installation
  - b) Entraînement
    - a. Fréquence
    - b. But
    - c. Préalables
    - d. Technique
- 14 Préparation physique
- 15 Préparation mentale
  - a) Gestion du stress
  - b) Progression Neuro Linguistique PNL
- 16 En compétition : respect et discipline

Conclusion : de la beauté du sport, de ses valeurs, du hasard et de la nécessité

### Annexes

- 1 Les écrits de Jean-Louis Espinet
- 2 Les aventuriers du groupement perdu
- 3 Nettoyage du canon - Protocole Jean-Louis Espinet
- 4 Aimtech Flag Brochure (Inv. Price)
- 5 Equipment List
- 6 Gun barrel vibration absorber to increase accuracy 2002

7 The Optimization of Rifle Barrel Harmonics 2022  
8 Eley by the Numbers Bob COLLINS  
9 Condition reading The book of rifle accuracy Tony BOYER  
10 Photos  
11 Liens utiles

## Introduction

J'aimerais vous raconter comment je me suis mis à pratiquer cette discipline et essayer de donner quelques conseils et informations, fruits de mes dix années d'expérience de matcheur, à ceux d'entre vous qui envisageraient de se lancer dans la compétition.

Mais avant cela, j'aimerais me livrer à un plaidoyer en faveur de cette discipline de tir sportive souvent décriée parce que mal connue en précisant des notions pas toujours très claires dans l'esprit de ses délateurs.

## Défense et illustration du Rimfire

### Du Rimfire comme discipline de tir sportif à part entière

Je suis toujours un peu contrarié d'entendre dire autour de moi que le Rimfire ne serait pas du « tir sportif » au sens noble du terme mais une espèce d'occupation ludique pour vieux messieurs - sous-entendu perclus de rhumatismes, les empêchant d'exercer une discipline sportive à part entière. Ce propos a donc pour but, entre autres, de rappeler certaines notions de bases trop souvent oubliées. Puisque l'angle d'attaque est l'activité physique, commençons par là et différencions cette notion de celle de sport.

Courir, faire du vélo, sauter, nager, jouer au ballon etc. sont des activités physiques. Pour autant, elles ne constituent pas un sport au sens où ce dernier implique une mise en concurrence et une compétition. Je peux courir, faire du vélo, sauter, nager, jouer au ballon dans le but d'exercer mon corps à ces activités, me faire plaisir tout en me maintenant en bonne forme, sans jamais être en concurrence, entrer en compétition avec qui que ce soit.

Dire que le Rimfire ne serait pas un sport au motif que le corps n'entre pas en jeu dans les mêmes proportions que dans les autres disciplines de tir est tout bonnement un contresens puisqu'il met sur un même plan la notion d'activité physique et de sport

Effectuer un match de Rimfire implique d'entrer en concurrence, en compétition avec les autres participants dans le but d'obtenir le meilleur classement possible. Nous avons donc à faire ici à un sport dans le plus pur sens du terme et non pas à une occupation pour « gentlemen (ladies) retraité(e)s du tir sportif » quelque peu décatés.

Ce qui n'implique aucunement que le Rimfire, contrairement à certaines idées préconçues, ne nécessiterait pas une bonne condition physique et une bonne hygiène de vie.

Que ceux qui n'ont jamais fait de match de Rimfire ou participé à des 12 heures viennent donc voir s'ils seront si frais que cela à la fin d'une de ces compétitions !

N'en déplaise à ses détracteurs, le Rimfire est bel et bien une discipline sportive et mérite, puisqu'il semble encore besoin de le dire et de le répéter haut et fort, le qualificatif de « tir sportif ».

Les « critiques » mettent toujours en avant la position du tireur, assise, et le fait que son arme repose (rests en anglais) sur une table (bench en anglais toujours) avec deux supports : à l'avant un trépied et à l'arrière un coussin de sable qui réduirait ce sport à un jeu d'enfant.

Ceux qui disent cela ne s'y sont manifestement pas essayés car si tel avait été le cas, ils se seraient vite rendu compte à quel point ce sport est difficile et suppose pour se hisser au meilleur niveau des heures d'entraînement et de compétition (comme tout autre sport et toutes les autres disciplines de tir sportif - une fois de plus) !

### Du Rimfire comme membre de la famille du tir de précision longue distance

Discipline de la famille du Benchrest dont il reprend les bases : tir position assise avec appuis sur table, l'objectif final à atteindre est rigoureusement le même pendant un match : compétition et recherche de la perfection dans la précision, même si dans un cas on cherche le plus petit groupement (Benchrest gros calibre) dans l'autre le score le plus élevé (Rimfire).

Cette recherche repose sur plusieurs choix délicats – du canon, de l'action, des autres composants (crosse, tuner et mid barrel tuner), de l'optique, des colliers, de la munition, des supports arrière et avant - mais aussi sur l'appréciation des conditions climatiques, la lecture des girouettes, de minutieux réglages, un solide bon sens et un non moins solide mental.

### Des progrès de la technologie au service du Rimfire

Certains critiques aiment à jauger les différences de performance à l'aune des différences de matériel des uns et des autres. Autre sujet de controverse. Le matériel du Rimfire est en constante évolution. Dans quel sport ne l'est-il pas ? Pour que le Rimfire s'envole et prenne son essor, comme il semblerait que ce soit le cas actuellement un peu partout en France, une élite disposant des meilleures conditions possibles et par conséquent du meilleur matériel possible est non seulement souhaitable mais indispensable au niveau national pour pouvoir ultérieurement affronter la concurrence internationale qui elle en dispose ou en disposera.

L'augmentation constante des scores, des performances va de paire avec ces améliorations technologiques : aciers spéciaux, crosse en matériaux composites, fibre de verre et / ou fibre de carbone, bedding en époxy ou aluminium, contrepoids finement réglables, pillar bedding en alliage léger, trépied bi-colonne avec joystick, progrès dans le domaine de l'optique, etc.

Mais la différence de matériel ne saurait en aucune espèce de manière et à elle seule expliquer les différences de performance, faut-il encore savoir tirer.

### Des qualités requises pour bien tirer en Rimfire

Ce sont strictement les mêmes que pour n'importe quelle autre discipline de tir sportif.

La patience en premier lieu. On estime à environ deux ans la durée nécessaire pour passer du stade de l'initiation à celui de la récompense (de la performance ou de la plénitude, comme vous voulez) entendre par là cette période où en match les efforts consentis tant en terme d'équipements que d'entraînement vont commencer à porter leurs fruits.

A ce propos, pour qui veut se lancer dans le Rimfire, il apparaît plus que souhaitable, sauf à très vite se décourager, de se lancer dans la compétition, même si ce mot peut faire peur parfois, le plus rapidement possible. Pourquoi ? Tout simplement pour ce qui vient d'être dit : sport de recherche de la précision, il implique un compagnonnage avec ses pairs pour pouvoir progresser - par l'observation, les échanges, la confrontation.

Ne pas hésiter : le Rimfire est une discipline très ouverte, s'il en est, qui accueille au cours de ses joutes, placées sous le signe de la convivialité et de la bonne humeur, aussi bien les dames, les jeunes que les seniors, les tireurs débutants que les tireurs confirmés.

Le but du sport étant d'atteindre le centre de 25 blasons situés sur une cible à 50 m de distance à l'aide d'une lunette grossissante 20 ou 30 minutes durant, le prérequis physique est de disposer d'une bonne vue (fût-elle corrigée) capable de supporter un accommodement visuel constant et très fin entre le terrain et la cible à travers un oeillet sans encourir trop de fatigue oculaire.

Le deuxième prérequis est l'adresse. Atteindre le centre de 25 blasons à 50m en 20 ou 30 minutes suppose une habileté gestuelle et un entraînement assidu de manière à ce que la répétition des mêmes gestes dans des circonstances semblables et dans le même temps produise au final le même effet.

Mais quels gestes au juste ?

Tous ceux qui, mis bout à bout, vont assurer un alignement et une stabilité parfaite de l'arme au moment du lâcher.

Le troisième prérequis est la capacité à rester concentré et maître de soi.

Patience, persévérance, maîtrise de soi, esprit d'équipe et d'ouverture, recherche de la perfection, voilà quelques-unes des valeurs véhiculées par notre sport et pourquoi nous l'aimons et le défendons.

## **1 Des débuts placés sous le signe de la chance**

Je me suis mis à tirer assez tardivement. Pour tout dire, J'ai attendu d'avoir l'âge de 57 ans avant de m'inscrire dans un club de tir, en l'occurrence le stand de tir de Pontoise dans le Val d'Oise.

Ma première motivation comme beaucoup de personnes, j'imagine, était celle de manière une arme à feu et plus précisément une arme de poing.

Fils de militaire, plus précisément de gendarme, de surcroît chasseur, j'avais de longue date eu cette proximité avec les armes. Une proximité toute pacifique d'ailleurs puisque mon père n'avait jamais eu à faire usage de son arme en service ni même à en menacer quiconque.

Et si j'ai choisi le tir assis à la carabine, c'est là de manière tout à fait fortuite.

En fait comme je viens de l'indiquer ma première intention était de faire du tir au pistolet ou au revolver.

Or nous étions fin juillet et le stand étant fermé au mois d'août il me faudrait attendre un mois avant la réouverture du stand et le dépôt de la demande d'inscription début septembre.

Il fallait donc prendre son mal en patience et en attendant je me mis à potasser les règles à respecter pour entreposer son arme, la transporter, la manipuler et s'en servir en toute sécurité pour soi et les autres.

Règles impératives bien sûr et que l'on doit sans cesse se répéter. Une arme n'est pas un jouet. Il ne faut jamais l'oublier. La plupart des accidents malheureusement survenant non par négligence mais par distraction. Or s'il est un endroit où il ne faut pas être distrait c'est dans un stand de tir.

Si j'insiste à ce point sur cette discipline à suivre sans faille c'est précisément parce que c'est là à mon avis un des aspects les plus formateurs du tir sportif.

Il apprend à user de concentration et de respect de soi et des autres.

Cette longue période avant de franchir les portes du stand de tir, je l'ai employée à me renseigner sur les disciplines de tir offertes par la Fédération Française de Tir (FFTir dorénavant), et donc à aller par curiosité sur les différents sites et forums qui leur sont consacrés.

La société de tir de PONTOISE ayant son site, je le consultais donc comme je l'avais fait pour celui de la FFTir.

Et c'est de là que mon destin de futur tireur sportif a basculé.

## **2 Un reportage photo déclencheur de vocation**

En première page de ce site figurait le reportage d'un concours de 22hunter nom donné à l'époque nous étions en 2010 à une discipline de tir sportif se pratiquant sur table et sur appui à la carabine 22 LR sur une cible placée en extérieur à 50 mètres.

J'étais soudain emballé de voir toutes ces personnes d'âge et de sexe différents sans tenue particulière s'adonnant à une activité de tir ressemblant à s'y méprendre à celle d'un sniper avec ces appuis parfois un simple bipied en effet et cette lunette de visée lointaine.

J'observais leur équipement attentivement. Un des tireurs avait eu la bonne idée de répertorier et de publier la liste des matériels utilisés par les uns et les autres si bien qu'une fois inscrit au stand et des

que je décidais de m'équiper à mon tour j'avais déjà une idée précise de ce qu'il me fallait mais nous n'étions pas encore là.

Même si à force de consulter ce reportage jour après jour quand je rencontrais sur des tireurs sur le pas de 50 mètres une fois mon inscription faite j'avais l'impression de les avoir toujours connus, il fallait d'abord que je m'inscrive.

Avant d'aborder ce sujet, je voudrais ouvrir une parenthèse sur ce concours et ce reportage photo.

### **3 L'héritage de Jean-Louis Espinet et de Gilbert Duret**

Le Benchrest, tir de précision sur table et sur appuis pour être plus précis, se pratique sur 50, 100 et 200 mètres.

Jean-Louis Espinet (JLE désormais), ingénieur en mécanique de précision, pratiquait le Benchrest gros calibre à 100 et 200 mètres et s'était déjà illustré un peu partout en Europe et aux États-Unis en remportant de nombreux trophées lorsque, avec un groupe d'amis, il décida de déployer le Benchrest petit calibre, i.d .22 Long Rifle, encore appelé 22hunter en France. Nous étions au tout début des années 2000.

Pour se faire, il prit son bâton de pèlerin en compagnie de son grand ami Bernard Dropsy pour faire le tour des stands de tir de France et de Navarre et y présenter la discipline, les carabines et les appuis nécessaires pour la pratiquer.

C'est ainsi que la région parisienne et la Picardie, entre autres, virent fleurir des installations prêtes à accueillir des compétitions amicales puis des étapes d'un circuit national ad hoc.

Des installations, tables et tabourets, parfois rudimentaires, voire hors normes, mais nécessaires et suffisantes pour mettre le pied à l'étrier.

Petit à petit le Rimfire s'installera durablement à Creil, Chambly, Franconville, Montesson pour ne citer que ces villes-là.

À Pontoise, suivant le plus rigoureusement possible les recommandations de JLE, Gilbert Duret, sociétaire et membre du comité de direction du stand de tir fit construire des tables, fit équiper les carabines de bipied et acheter des sacs arrière et permit ainsi aux adhérents de pratiquer une discipline adaptée à tous les âges et plus particulièrement aux seniors.

Il fallut peu de temps avant que revint JLE au stand mais cette fois ci pour participer à un concours opposant les pratiquants d'Ile de France et ceux de Picardie.

C'est cette occasion qui donna lieu au reportage photo évoqué précédemment et qui a déclenché mon appétence pour le tir sur appuis.

Voilà pourquoi je tenais à mentionner ces deux personnes, extraordinaires novateurs auxquels je dois beaucoup, des gens dotés de caractères extraordinairement sympathiques, de belles personnes. Très compétentes en plus comme en témoigne le document extrait d'un forum joint en annexe. (ANNEXE 1) J'en reparlerai.

### **4 Premier jour au stand et retour triomphale à la maison**

Je me souviendrai tout le temps de cette première demie journée passée au stand. Mon accueil fut des plus courtois et sympathique, ce qui n'était pas sans me conforter dans mon choix d'activité de loisir désormais.

Ajoutée à cela la découverte d'installations de premier ordre avec des casiers pour carabines et armes de poing en chêne, un baby-foot, une table de ping-pong, un coin repos et lecture, une cheminée, un coin machine à café, un distributeur de boissons fraîches et de friandises, des tables et des chaises en nombre pour discuter tir ou refaire le monde autour d'une boisson fraîche ou chaude.

Voilà plus qu'un stand de tir, me disais-je, mais bien plutôt un club pour personnes de bonne compagnie. Je m'y sentais déjà fort à mon aise.

Une fois mon inscription faite, ma licence payée, j'eus droit comme il est de coutume en la circonstance à une visite guidée des pas de tir 10m, 25 m et pour finir 50m.

Quand le tour fut terminé, un moniteur, Pascal, si mes souvenirs sont exacts, me demanda si j'avais une prédilection pour la pratique d'une discipline de tir sportif plutôt qu'une autre en particulier.

Sans hésitation ma réponse fut celle dont j'avais eu connaissance dans le reportage photo publié sur le site du stand. Sans plus attendre Pascal me propose d'essayer avec sa propre carabine, une Feinbrau.

Je m'en souviens encore.

Et nous voilà en route vers le 50 m non sans avoir auparavant été cherché une cible C50. Je précise à l'attention des spécialistes qui apprécieront comme il se doit la suite plutôt risible qui allait conclure cette demie journée mémorable.

## **5 Premiers pas au stand**

Je pris bientôt l'habitude de me rendre au stand deux fois par semaine le mercredi après-midi et le samedi après-midi ou le dimanche matin.

Encore en activité, c'était là mes deux seules disponibilités et encore à condition de ne pas avoir trop de cours à préparer ou de copies à corriger.

J'avais potassé les règles de sécurité à respecter donc il me fut aisé de répondre très correctement au quiz qu'il est obligatoire de passer et d'obtenir à l'entrée dans un stand de tir.

Pour ce qui est des armes, je n'avais là non plus aucun souci à me faire du fait que les carabines étaient gracieusement prêtées aux adhérents.

J'eus la chance à mes débuts de tomber sur la même : une Anschutz 1913 récente. Une carabine précise si bien qu'en peu de temps je fis des progrès et commençais sérieusement à me piquer au jeu.

D'autant que l'environnement matériel, je veux dire par là les installations prévues pour la pratique du 22hunter, les tables, les tabourets, les carabines équipées de lunette et de bipied, les munitions, les cibles, le tout constituait autant d'éléments facilitateurs.

Et bien sûr, le facteur déterminant de tireurs anciens déjà dans la pratique de la discipline et très diserts. Comment ne pas évoquer le nom de Jean-Claude Puyet qui m'a ouvert à la compétition par son exemple et sa passion.

## **6 Formation sur le tas**

Ma formation s'est faite sans formateur mais par le compagnonnage et la lecture.

La lecture des articles publiés dans le forum 22hunter administré par David Schmitt (DS désormais) et ayant comme principal contributeur émérite Jean-Louis Espinet d'une part, lecture complétée d'autre part par celle d'articles parus dans d'autres forums américains, en particulier.

Je ne serai jamais assez reconnaissant pour toutes les personnes qui par leurs compétences et leur bienveillant et chaleureux accueil sur les pas de tir partout en France ont rendu mes premiers pas dans le monde du tir si motivant et si attachant.

C'est peu dire que les pratiquants du Rimfire forment une tribu loquace. Les conversations vont très souvent bon train sur et en dehors des pas de tir avant, pendant, et après les entraînements et les compétitions.

Et pour cause. La relative jeunesse de la discipline, son implantation tardive et encore relativement peu répandue sur le territoire, en ont fait une discipline à part qui pour percer, rejoindre le giron des autres disciplines de tir aura dû passer par des étapes moins conventionnelles.

J'ai évoqué les installations parfois sommaires et fort peu réglementaires de certains stands de tir, le manque de formateurs patentés malgré l'expertise de tireurs émérites comme JLE. Mais je pourrais citer aussi son autre comparse, Jean François Raybaut (JFR dorénavant).

À eux deux ils ont publié de savantes publications sur la meilleure manière de régler un tuner. Je pourrais également citer à nouveau son autre comparse DS qui a importé des matériels, trépieds et sacs arrière, produits de nettoyage et autres accessoires encore indisponibles pour les mettre à la disposition des nouveaux pratiquants de 22hunter en France.

À eux trois ils ont œuvré sans relâche et sans ménager leurs efforts en dehors et au sein de la FFTir pour faire avancer la discipline. Qu'ils en soient remerciés.

La formation s'est donc faite principalement par voie écrite via le forum et les excellentes publications de JLE, JFR ET DS et les autres publications glanées ici et là sur les forums américains dont Benchrest Central.

Et par voie orale avec les discussions et les échanges à l'entraînement ou en compétition.

## **7 Premiers pas en compétition**

C'est un peu grâce à Jean-Claude Puyet que, par désir mimétique, à force de le voir partir du stand pour participer à des compétitions un jour à Creil, l'autre jour à Montesson, puis à Franconville, Chambly, Soisy-sur-Seine, Souppes-sur-Loing, Oye Plage, Raismes, Dijon, Châtenoy-le-Royal, Volmerange-les-Mines et revenir avec des coupes que je me suis dit que la compétition était peut-être une idée à envisager.

J'en faisais part autour de moi pour savoir ce que les autres tireurs en pensaient. Et je fus avisé de commencer par participer au Critérium - Picardie Île de France qui permettait de mettre un pied dans la compétition sans avoir à faire de longs déplacements le tout dans une ambiance détendue et conviviale.

En effet, à l'inverse des autres compétitions de tir, celles de 22hunter avaient cette particularité de se dérouler en trois manches, si je puis dire, entrecoupées d'une large pause méridienne agrémentée d'un repas préparé sur place et servi à table.

De quoi faire rimer sport avec épicurisme décomplexé.

Quand j'aurai dit qu'ultérieurement j'allais participer à un circuit national dont quelques étapes choisies passaient par des régions telles que l'Alsace, la Bourgogne, le Bordelais, l'Aquitaine, la Champagne, la Provence, vous aurez vite fait de comprendre le pourquoi d'un attachement quasi-viscéral des

compétiteurs de 22hunter à une discipline les conduisant sur le chemin de la gloire autant que sur la route des vins et de la gastronomie de terroir.

Mais plus sérieusement, il m'aura fallu finalement peu de temps avant que je me lance dans la compétition et je ne le regrette pas. C'est bien là la finalité, la vocation première du tir sportif.

Le rapport investissement et retour sur investissement est largement bénéficiaire et j'aimerais entrer maintenant plus avant dans les requis matériels mais aussi psychologiques que cela implique.

Très benoîtement j'ai cru, au tout début de ma participation aux matches, pouvoir performer et battre mes petits camarades, rien que ça, en me procurant du matériel de base et sans préparation particulière.

Donc me voilà parti à Creil fief de tireurs bien connus, avec, dans mes bagages une vieille Anschutz 54 montée sur une crosse de Benchrest CICOGNANI, un trépied CALDWELL avec joystick, un sac arrière EDGWOOD, une dizaine de boîtes RWS Rifle Match réputées précises et dans l'idée que j'allais faire un malheur avec ce matériel nouvellement acquis.

## **8 Une leçon d'humilité**

Déjà, il aurait fallu s'ôter de l'idée que, un, le matériel fait tout, et, deux, avoir présent à l'esprit que la compétition nécessite une expertise qui ne s'acquiert pas du jour au lendemain.

Il faut ajouter à la connaissance intrinsèque de la discipline par la lecture, les échanges avec les compétiteurs émérites, l'observation de leur technique, leur écoute, des heures et des heures d'entraînement assidu, un mental à toute épreuve et beaucoup, beaucoup d'humilité.

Je n'ai pas à battre les autres qui sont assez grands pour se battre tout seuls mais à faire en sorte de me parfaire pour donner le meilleur de moi-même le jour j à l'instant T du lâcher et sur toute la durée de la compétition.

Le reste viendra après de lui-même. La lutte acharnée qu'il faut mener est contre soi-même, ses défauts, ses faiblesses, ses appréhensions qu'il faut sans cesse surveiller du coin de l'oeil pour tenter d'en venir à bout. Le haut niveau est aussi et avant tout une affaire de nerfs, de mental.

J'ai donc appris sur le tas ma première leçon d'humilité. J'eus l'honneur de la recevoir de Jean--Louis Espinet lui-même, un grand champion dans toute l'acception du terme, sportivement et humainement. Il aura marqué toute une génération de tireurs qui comme moi lui sont à jamais redevables.

Donc nous voilà assis côte à côte lors de mon premier match en première série, excusez du peu. Première balle en cible après la série de balles de chauffe. Où croyez-vous qu'elle arriva ?

Sur la cible du champion bien sûr qui leva la main derechef pour indiquer que son carton venait d'hériter d'un impact dont il n'était pas à l'origine, autrement dit d'un tir croisé dont j'étais l'auteur.

Je m'empressais d'en revendiquer la paternité auprès de l'arbitre et de mon voisin craignant leurs foudres à tous les deux et de devoir arrêter là ce que j'avais imaginé comme devant être les prémices d'une brillante carrière de tireur sportif.

Mais les dieux se sont penchés sur mon berceau de néophyte avec patience et bienveillance. L'impact avait atteint un blason d'essai ce qui ne portait pas à conséquence pour le score de l'un ni de l'autre et il fut décidé par l'arbitre à la demande de JLE d'en rester là ce qui fut fait à mon plus grand soulagement. Je l'avais échappé belle.

Mais la suite ne fut pas bien glorieuse pour autant bien que je ne fusse pas peu fière d'avoir depuis mon tir croisé atteint toutes les cibles sans exception ce qui pour moi constituait déjà un exploit.

Sauf que bien sûr à l'arrivée le bilan était à cent lieues de mes ambitions et il me faudrait dorénavant si je voulais être dans les premiers cent fois sur le métier remettre mon ouvrage.

Il ne fallait pas se contenter d'atteindre les blasons de match naturellement mais atteindre le point central de ceux-ci et ne pas craindre de cliquer.

Or sur mes premiers cartons de match c'est à l'évidence ce que je n'avais pas su faire. Les scores étaient à l'avenant. Catastrophiques. Adieu veau, vache, couvée. Tout était à reprendre à zéro.

## **9 Le rebond**

L'échec dans la vie comme dans le sport n'est pas une tare. Il permet d'apprendre, d'aller de l'avant, de se relever, de retrousser ses manches et de changer pour ne plus à avoir à se retrouver à nouveau en mauvaise posture.

Il me revient en mémoire ce mot de Louis de Rouvroy, duc de Saint-Simon dans ses mémoires datées de 1706 : « On se souvenait du grand mot de Monsieur de Turenne qu'il fallait avoir été battu pour devenir bien, et avoir fait des fautes pour se mieux instruire. »

Et donc, à partir de cette expérience, quand je me suis remis à l'entraînement et comme j'avais le désir d'apprendre et de progresser, j'ai écouté et suivi les conseils que me prodiguaient gentiment les anciens tireurs du stand que je voudrais remercier également à cette occasion.

Ce qui m'a beaucoup aidé aussi dans ce sens c'est de participer à de plus en plus de compétitions.

Je ne saurais trop conseiller pour qui veut progresser de ne pas hésiter à sauter le pas.

J'y ai beaucoup appris à force de côtoyer des tireurs émérites, de voir comment ils procédaient pour se positionner sur leurs tables, leur façon de tirer, d'observer les girouettes, les indicateurs de vent, mais aussi le protocole suivi pour nettoyer leurs armes.

À ce propos vous trouverez en annexe la description détaillée de ce qu'il est désormais convenu d'appeler le protocole JLE de nettoyage. (ANNEXE 3)

À défaut d'avoir des formations dispensées par la FFTir, c'est vers cette proximité avec les meilleurs tireurs que l'on doit tabler pour se parfaire.

Ce que l'observation des autres tireurs m'a appris tout d'abord c'est que leur équipement était d'une tout autre qualité que celui dont j'avais pensé qu'il était au top.

On ferait gagner beaucoup de temps et d'argent aux compétiteurs débutants en obligeant les participants aux compétitions départementales, régionales, nationales, voire internationales à communiquer la liste de leur matériel et à la publier pour que tous, en particulier ceux et celles qui voudraient se lancer dans la compétition en prennent connaissance et en bénéficient. (ANNEXE 5 exemple de la pratique aux USA)

Même si le matériel ne fait pas tout, il faut bien voir que certains sont plus performants que d'autres.

On peut certes déplorer qu'il faille en passer par là mais le Rimfire pratiqué au niveau des concours est une activité sportive qui nécessite un investissement coûteux et parfois faut-il le regretter peu accessible en France du fait de l'absence d'industrie ou d'artisan que la fabrication d'armes, de munitions, de trépieds, de sacs avant et arrière et autres accessoires, girouettes, indicateurs de vent, indispensables intresse.

## **10 Quel matériel utiliser ?**

Par conséquent le pratiquant s'il veut du matériel neuf, si possible dernier cri doit faire appel soit à des importateurs, soit le faire venir de l'étranger directement avec tous les surcoûts que cela entraîne.

Nous avons eu de la chance d'avoir des gens comme DS et JLE qui ont fait œuvre de pionniers en matière d'importation et c'est grâce à eux que j'ai pu commencer à m'équiper de manière sérieuse avec un trépied SEB NEO de SEB Engineering de Sebastian LAMBANG, un sac arrière EDGWOOD Standard Gater, un tuner Ron HOEHN, des produits de nettoyage de la gamme BORETECH, des baguettes de nettoyage DEWEY.

Mes recherches sur le net m'ont conduit également vers le site marchand de Dan Killough KKS Shooting Sports spécialisé dans la vente de produits pour le Benchrest petit calibre où j'ai acheté mes premières girouettes et mon premier balancier que j'ai toujours d'ailleurs légèrement modifié par mes soins.

À la mort de JLE intervenue trop tôt, et le départ de DS, deux tireurs ont repris le flambeau du commerce de produits dédiés au 22hunter, Luc BROUQUIER multi médaillé à la tête de LB Précision et Daniel Buisson à la tête de Club 50- 60.

Sur le site internet du nom de son entreprise Daniel Buisson publie le protocole de nettoyage dit protocole Espinet qui figure en annexe. (ANNEXE 3)

Donc après ma désastreuse prestation lors du concours de Creil, la remise en question de mon matériel suite à l'observation de ce qui permettait aux compétiteurs que je voyais à l'œuvre de performer, je prenais le taureau par les cornes, et j'investissais et mon argent et mon temps dans ce que l'on peut nommer du matériel de match par opposition au matériel de loisir. Ce que les tireurs amateurs sur le stand qualifient volontiers de matériel de pro de manière ironique, non, toutefois, sans un petit brin de malice et d'envie.

À commencer par deux éléments essentiels dans le tir sur appuis : j'ai nommé un le trépied, en anglais rest ou front rest et deux le sac arrière ou bag ou rear bag en anglais.

Et puisqu'il faut bien en arriver là si l'on veut être de bon conseil, autrement dit éviter à des personnes intéressées par la compétition de se fourvoyer en se dotant de matériel inapproprié, je vais citer des noms de fournisseurs qui ont fait leurs preuves dans le domaine.

### a) Le trépied

Pour le trépied, une marque a fini par s'imposer au fil des ans la marque SEB de l'Indonésien Sebastian Lambang avec ses différents modèles avec joystick à l'instar de son prédécesseur l'Américain FARLEY bien répandu chez les tireurs de Benchrest gros calibre.

Les trépieds de SEB sont non seulement très bien conçus pour assurer une stabilité parfaite de la carabine mais en plus ils sont beaux, de véritables œuvres d'art mécaniques, faciles à transporter et inusables. Un investissement durable. Personnellement, j'étais très content de mon Seb Neo avec lequel j'ai remporté plusieurs podiums en France et à l'étranger.

D'autres trépieds ont fait leur preuve sur les pas de tir lors de compétitions je veux parler de ceux de l'Italien CICOGNANI que se font avec ou sans joystick. Une valeur sûre là aussi. J'ai eu l'occasion de tirer en compétition à plusieurs reprises avec l'un d'entre eux sans joystick. Rien à dire. Ils assurent.

Un autre trépied très en vogue a fait son apparition sur ce marché encore trop confidentiel celui de l'Italien Alberto LENZI. Un trépied très bien conçu aussi, également très efficace et très beau. Du grand

art. Très demandé. Prévoir des délais de livraison conséquents. Succès oblige. J'en possède un et je dois à la vérité de dire que j'en suis très content.

Que votre choix se porte sur l'un ou l'autre de ces trépieds, il est vrai que cela représentera une mise de fond assez importante. Maintenant il faut savoir ce que l'on veut faire et garder en tête qu'un matériel haut de gamme trouvera toujours preneur en seconde main au cas où l'on ne désirerait plus faire de compétition. Il faut bien être conscient qu'on ne peut prétendre améliorer ses résultats et préformer avec du matériel de base. Je suis bien placé pour en parler. Voir supra.

On pourra aussi se tourner vers les trépieds en vente chez LB PRECISION plus petits et donc moins encombrants que ceux cités précédemment mais tout aussi performants.

#### b) Le sac arrière

Pour le sac arrière, autre appui de qualité indispensable, le choix s'est élargi depuis quelques années. Longtemps le sac SEB bigfoot doté de petites oreilles a tenu le haut du pavé avec les sacs PROTEKTOR avant l'entrée en force de ceux de l'Ukrainien DIMARS et de l'Italien Alberto LENZI. Les modèles ont évolué et vous avez le choix entre sacs droits, sacs pentus, avec ou sans poignée de transport, avec oreilles standard, longues ou courtes, cordura ou nylon pour la matière des oreilles.

Après pour votre choix tout dépend du type de crosse de votre carabine, droit ou pentu, et de votre préférence pour les oreilles.

Personnellement j'ai eu à un moment ou à un autre tous ces modèles de sacs arrière. Dans mon cas ils étaient pentus et avec des oreilles soit courtes soit standard. J'ai performé avec tous sans exception même si ma préférence va maintenant avec le modèle facilement transportable c'est dire avec une poignée, tout simplement par commodité.

#### c) La carabine / le canon

S'agissant des carabines et des canons, il nous faut une fois de plus déplorer que nous n'ayons plus en France de fabricants alors que nous eu par le passé de solides manufacturés capables de produire des armes qui n'avaient rien à envier à celles de nos voisins. Mais voilà le désarmement, la désindustrialisation sont passés par là et nous sommes bien démunis pour nous équiper.

Donc il faut faire avec et se tourner vers l'étranger l'Europe d'abord plus précisément l'Allemagne et la Suisse ou les États-Unis pour avoir du bon matériel.

L'Allemagne avec ses deux marques Anschutz et Walther produit de très bonnes carabines. J'ai eu personnellement plusieurs Anschutz et plusieurs Walther. J'ai eu un modèle 54, deux modèles 1913, deux modèles 2013 et je possède encore une 2013 acquise récemment.

Ce sont des carabines fiables et précises et si vous avez un canon sélectionné, de la marque ou autre, vous êtes parés pour vous faire plaisir et performer.

Du côté de chez Walther, j'ai eu une KK 300 et j'ai acquis récemment une KK500 avec canon sélectionné. Ce sont des carabines sans histoire fiables et précises tout comme les Anschutz.

La Suisse avec ses deux marques : Bleiker et Grunig produit deux modèles haut de gamme avec la challenger chez Bleiker et la R3 chez Grunig. Ces deux modèles ont fait leur preuve dans notre sport. On peut à juste titre les taxer de Rolls Royce du Rimfire tant au niveau de la sophistication de leur fabrication que leur prix assez élevé. Elle demande beaucoup de doigté et de rigueur dans leur maniement comme de véritables voitures de course. Les podiums avec sont à ce prix.

Maintenant la vogue est aux carabines américaines. Non que les carabines allemandes ou suisses aient été totalement supplantées mais il faut bien reconnaître que depuis 2018 année au cours de laquelle le record du monde de la discipline a été pulvérisé avec un score parfait de 250 et 75 mouches avec une carabine de conception américaine la donne a totalement changé en ce qui concerne l'achat de carabine par les matcheurs.

Le modèle donc qui a le plus le vent en poupe est le modèle 2500x de chez HOLESHOT ARMS montée avec un canon Shilen ou Muller ou d'autres fabricants de canon comme Hart ou Benchmark.

Les Bleiker et Grunig accueillent elles des canons Lilja ou Shilen. Quant aux Anschutz elles peuvent accueillir d'autres canons que ceux de la marque qui eux sont très bons aussi dans leurs versions sélectionnées en particulier.

J'ai eu des canons sélectionnés Anschutz et Walther qui m'ont permis d'obtenir de très bons résultats.

Maintenant comme beaucoup d'autres tireurs j'ai opté pour des carabines américaines. J'ai commencé par une turbo V1 fabriquée par Anthony DiOrio montée avec un canon Muller  
De toute beauté je dois dire que j'ai eu d'occasion grâce à un tireur anglais qui changeait fréquemment d'arme.

Pas toujours facile de trouver des munitions qui vont bien avec mais une fois trouvées ces munitions soit Tenex soit R50 soit Lapua un pur régal à tirer.

Actuellement je tire avec une Hole Shot 2500 X montée avec un canon Shilen et préparée par la société GAC Rifles située en Italie.

Cette préparation incluant un réglage de tuner fin et un essai de munitions peut être effectuée en France par LB PRECISION.

Une autre concurrente sérieuse en matière d'action est la VUDOO 22S de la société éponyme. Redoutable elle aussi montée avec un canon SHILEN ou MULLER. De toute beauté avec une crosse fabriquée par le maître Christian SALVA qui fait de bien jolies crosses.

J'en parle d'expérience ayant eu l'avantage de tirer avec l'une de ses fabrications.

#### d) La crosse

À propos de crosse précisément longtemps nous nous sommes équipés chez l'italien CICOGNANI qui fait un travail très honnête dans des essences de bois variées et customisables à souhait.

Il vend aussi des crosses McMIILLAN en matériaux composites tout comme GAC Rifles qui vend également une autre marque de crosse en vogue la crosse ROTEX.

Il existe pléthore de commerçants dans le secteur des crosses tout aussi talentueux les uns que les autres.

Personnellement j'ai eu des crosses de nombreuses marques qu'elles venaient de chez CICOGNANI, LB PRECISION, GAC RIFLES ou encore Christian SALVA, Ricardo SERAPIO, je n'ai jamais eu à m'en plaindre.

Les Américains top nombreux dans le domaine de la fabrication et de la vente pour les citer tous font de leur côté de superbes crosses pas toujours faciles à se procurer d'ailleurs.

Qu'elles soient pentues ou droites, peu importe, l'essentiel est qu'elles plaisent d'une part et que d'autre part elles soient parfaitement équilibrées avec tous leurs éléments : l'action, le canon, la lunette et ses embases, le tuner, le mid-barrel, le blood tube, les poids ajoutés éventuellement et le bloc détente.

#### e) Le bloc détente

Élément essentiel au départ du coup, les blocs détente ont eux aussi connus des vogues successives du côté de l'Amérique plus peut-être que de l'Europe qui connaît une certaine stabilité avec les blocs détente de chez ANSCHUTZ, GRUNIG ou BLEIKER qui il faut bien en convenir sont des pièces mécaniques d'une extrême complexité. Qui les a examinés d'un peu près a eu tôt fait de s'en rendre compte.

En comparaison, le bloc détente JEWELL paraît d'une simplicité biblique une fois soulevé le capot si j'ose dire. Et d'une solidité à toute épreuve aussi. J'en témoigne, il m'aura fallu bien des séances d'entraînement avant de venir à bout de son ressort et encore celui-ci légèrement bidouillé est reparti pour bien des saisons. Je ne crois pas que quiconque en viendra à bout un jour. C'est vous dire.

Ceci étant, à côté de cette valeur sûre de plus en plus de tireurs en deuxième monte se tourne soit vers des blocs détente de la marque BIX and ANDY (B&A) soit des blocs détente de la marque Flavio ou Fabio FARE. Les deux conçus avec un système à base de billes.

Pour avoir utilisé des blocs détente de marques très différentes les uns des autres, ce qui compte le plus à mon avis ce n'est ni le matériel en vogue au moment du choix ni ce que les uns et les autres en disent ou en pensent mais la capacité à s'y adapter et comprendre la façon dont il réagit à votre façon de lâcher. En tout état de cause l'essentiel est de faire corps avec son arme dans toutes ses composantes, être en confiance avec son matériel qui doit procurer la sensation de bien être celui qui vous convient et vous fait plaisir dans sa manière de fonctionner.

#### f) La lunette de visée

L'autre composante très importante de la configuration à adopter si l'on veut faire de la compétition et mettre tous les atouts de son côté pour performer est la lunette de visée.

Du jour où je suis passé d'une lunette WEAVER T36 au demeurant une lunette de très bonne qualité très répandue à une lunette NIGHTFORCE de plus fort grossissement ma vie de tireur de Rimfire a franchi un palier. D'abord parce que je voyais la cible plus en détail d'une part ce qui est fort appréciable et recommandable quand on se rappelle la dimension très petite de la mouche et d'autre part un confort visuel de premier ordre.

Ce confort est primordiale la fatigue visuelle étant un facteur entrant parmi les causes possibles d'un raté de tir. Notre discipline nous amène à tirer beaucoup sur notre vue, c'est pourquoi d'ailleurs il est recommandé de boire de l'eau en compétition surtout par temps chaud pour réhydrater l'ensemble de notre corps dont évidemment les yeux.

Ceci étant rien n'oblige à avoir une vue parfaite pour tirer en Rimfire et nombreux sont les tireurs dont la vue est corrigée par le port de lunettes.

Personnellement je suis atteint de presbytie, d'hypermétropie et d'astigmatisme et cela ne m'a pas empêché de faire de multiples podiums.

Quant aux marques que l'on trouve montées sur les carabines lors des compétitions outre WEAVER et NIGHTFORCE il faut citer MARCH, LEUPOLD, SIGHTRON, VORTEX, KHALES qui toutes fabriquent des produits de qualité, certaines lunettes allant même jusqu'à être garanties à vie.

Après avoir investi dans un trépied SEB NEO mon achat le plus conséquent a donc été l'achat d'une lunette NIGHTFORCE de Benchrest.

### g) Le tuner

Je m'étais auparavant équipé d'un tuner Ron HOEHN du nom de son fabricant d'origine américaine. Ce sont les militaires américains d'ailleurs qui les premiers ont mis en évidence l'effet réducteur des vibrations de cette masse fixée à la bouche du canon, que d'aucuns tireurs quand ils les voient confondent parfois avec un frein de bouche.

La littérature est nombreuse sur les explications scientifiques des effets bénéfiques du tuner sur les scores obtenus en compétition. Pour illustrer ce propos voir un article spécifique joint en annexe.

De nombreuses marques existent dorénavant sur le marché qui s'inspirent en tout ou partie du tuner Ron HOEHN, comme HARRELL, CICOGNANI et son Fat PRECISION pour ne citer que ces deux exemples. LB PRECISION vend des tuners du même style. D'autres fabricants se sont lancés dans la production de tuners également comme EZELL ou Ricardo SERAPIO.

Je n'entre pas dans les détails du réglage du tuner au demeurant très bien documenté dans les écrits de JLE et JFR. (ANNEXE 2)

Tout ce que je puis dire et affirmer c'est l'avantage incontestable que représente l'ajout d'un tuner à sa carabine.

Personnellement, après mon premier Ron HOEHN que je m'étais procuré auprès de DS, je suis resté fidèle aux modèles de même inspiration vendus soit chez CICOGNANI soit chez LB PRECISION.

Tout simplement parce que le filetage à l'extrémité permet l'ajout d'un bloop tube.

### h) Le bloop tube

Je suis fan de cet appendice. J'y vois de mon point de vue au moins deux avantages minimes mais qui d'après mon expérience ajoutent de la valeur à la précision du tir. Un : cet appendice retarde la prise au vent, deux : il atténue les vibrations à la bouche du canon en alourdissant la masse portée, en cela il rejoint tout bêtement les effets du tuner sur lequel il est fixé.

J'ai toujours un bloop à portée de main et seul une question de poids peut m'empêcher de le visser sur ma carabine du moment.

### i) Le mid barrel

Autre appendice dont je suis fan le mid-barrel ou contrepoids.

Mon premier mid-barrel était de la marque PAPPAS, fabricant américain à qui on doit la fabrication des premiers mid-barrels et des premiers bloop tubes en acier inoxydable.

Facile à installer avec son système de vis il est tout autant facile à faire glisser sur le canon pour atteindre l'endroit où il fera la preuve de sa plus grande efficacité.

Comme pour le tuner, son objectif est d'atténuer les pics de résonance dus au passage de la balle dans le canon.

En dehors de PAPPAS d'autres fabricants de contrepoids existent dont AHG et son contrepoids de 200 gr vendu à l'armurerie FONTAINE pour ne citer qu'elle.

Le mid-barrel à petit à petit cède la place du moins en France à un autre accessoire qui porte bien son nom le deresonator.

Personnellement j'en utilise un sans pouvoir dire lequel des deux est le plus efficace du deresonator ou du mid-barrel.

L'inconvénient du deresonator par rapport au mid-barrel c'est la difficulté à le mettre en place et à le mouvoir pour arriver au point où il atténuera le pic de résonance.

#### j) Le tabouret

Reste pour être bien équipé et paré pour la compétition à se procurer un tabouret. Certes, les stands organisant des matchs se doivent de fournir cette assise réglable en hauteur à chaque table de tir pour se conformer au règlement.

Pourquoi apporter son propre tabouret alors ?

En fait et pour cause aucun des tabourets fournis n'est adapté à votre taille et morphologie, d'une part, ce qui vous oblige d'en régler la hauteur une première fois au premier carton et, d'autre part, la rotation des postes réglementaire va vous obliger de régler à nouveau la hauteur du tabouret sur lequel vous allez tomber chaque fois que vous allez changer de poste.

Cette préoccupation supplémentaire à l'installation au poste de tir est facteur de stress et la solution la plus simple est d'apporter son propre tabouret réglé à la hauteur optimale pour votre taille et votre morphologie.

Le marché des accessoires de tir n'est pas prévu spécifiquement cet effet et donc il faut aller chercher du côté des vendeurs d'accessoires de musique, en particulier des vendeurs de siège de batteurs qui font très bien l'affaire et ce sans produire de bruits parasites contrairement aux tabourets en bois que l'on rencontre souvent en compétition.

La société WOODBRASS vend ce genre de matériel avec une gamme élargie qui permet de faire son choix en fonction de ses besoins et de ses possibilités.

Une fois cette configuration matérielle acquise il faut, pour mettre toutes les chances de son côté, sélectionner ses munitions.

#### k) Girouettes et autres indicateurs de vent

J'ai résolu de m'équiper d'un jeu de girouettes et d'indicateurs de vent après la nouvelle cuisante défaite que m'infligea de nouveau JLE cette fois ci à Raïsmes. À l'issue du premier carton de la 1<sup>er</sup> série, je menais au score avec 250 points et dix-huit mouches. C'en était trop pour faire preuve de modestie devant mon glorieux aîné qui souvenez-vous m'avait infligé une sérieuse leçon d'humilité. Et donc me voilà en train devant lui et DS de fanfaronner et d'en rajouter en veux-tu en voilà. J'avais bricolé une espèce de mid barrel avec un morceau de caoutchouc et un collier de serrage façon plomberie. Je ne sais trop pourquoi, pour me moquer sans doute, me voilà en train de dire, sans méchanceté de ma part, toutefois, je tiens à le préciser, que suite à cet exploit battre : Le PIG (surnom donné à JLE) et son élève j'allais moi aussi me lancer dans la vente de mid barrels. L'intention était plutôt de me moquer de moi et de mon bricolage. JLE et DS ma sortie ça ne les faisait pas rire du tout et pour cause. En plus, je les avais battus alors qu'eux s'étaient échinés à fabriquer des girouettes et étaient maîtres dans l'art de les lire. Au deuxième et troisième carton, le vent s'est levé et qui s'est retrouvé gros jean comme devant sans girouettes ? Bibi lolo. Dans le baba il l'a. Mes scores ont été de plus en plus à la baisse tandis que ceux de JLE et DS étaient de plus en plus à la hausse et bien sûr je suis tombé du pied d'estale où je me voyais au pied du podium à la cinquième place.

Cet épisode j'en ai tiré deux leçons une de vie et l'autre de tir. Un : leçon de vie : ne jamais vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué et éviter de se moquer des compétiteurs, deux : leçon de tir : suivre l'exemple des plus compétents que soi et rester humble..

Conséquence : au retour de ma mésaventure je me suis tourné vers les vendeurs de girouettes, assez rares à l'époque, et suis tombé sur le site de Dan Killough de Killough KKS Shooting Sports. Je lui ai commandé un jeu de trois girouettes plus un indicateur de vent (right and left indicator). Indicateur que j'ai toujours d'ailleurs depuis ce temps.

Depuis les choses ont bien changé à cette nuance presque la vogue s'est résolument tournée vers un modèle de girouettes, le modèle australien initié par la société BRT au détriment des autres modèles. Ainsi c'est ce genre de girouettes qui est vendu par la société BENCHREST RS du Portugal ou la société AIMTECH d'Irlande. Il existe d'autres vendeurs en France notamment Christian SALVA et LB PRECISION en particulier.

Le girouettes et autres indicateurs de vent, palettes, citrons, balanciers, camemberts, métronomes, que sais-je encore, sont indispensables pour qui veut affiner son tir et l'adapter en fonction de la dérive de la balle provoquée par le vent dont la direction et l'intensité sont indiquées par ses matériels.

Ceci étant, se fier aux indicateurs de vent est une chose et fiables, ils le sont, mais dans une certaine mesure seulement. Il serait présomptueux de prétendre que les indicateurs à eux seuls suffisent à signaler tous les phénomènes aérologiques qui se produisent sur le pas de tir.

Des études scientifiques nous prouvent malheureusement que non et il faut être beau joueur et admettre l'imprévisibilité de ces phénomènes. Ne jamais oublier que le Rimfire est un jeu avant tout et qu'il lui revient une part de hasard, j'allais presque dire de loterie. Loterie au niveau du tirage au sort des positions sur le pas de tir lors des compétitions, loterie au niveau du choix des munitions, loterie au niveau des conditions météorologiques et aérologiques. La seule chose que l'on puisse faire est par contre de tout mettre en oeuvre pour optimiser au maximum ce qui dépend de nous.

#### l) La table

La forme et la dimension d'une table de Rimfire réglementaire ont été documentées par JLE dans ces écrits pour ceux que cela intéresserait d'en construire une pour leur usage personnel ou pour leur stand. Je n'y reviendrai donc pas ici. Ce sur quoi je veux insister en revanche c'est sur la dimension de la hauteur qui est à respecter rigoureusement, c'est la seule qui figure dans le règlement. L'autre point à respecter et qui figure lui aussi dans le règlement est le fait que cette table pour être réglementaire doit être ambidextre pour accueillir un tireur gaucher ou un tireur droitier indifféremment. Si vous ne pouvez faire ou faire une table vous pouvez vous rapprocher soit de CICOGNANI en Italie donc soit de GIROCIBLE en France. Ces deux vendeurs produisent des tables de qualité stables et conformes.

#### m) La cible

La cible officielle WBSF est la cible vendue par la société GRAVOLUX.

### 11 Recherche de la position idéale

Le choix d'une position non - ou le moins possible - contraignante pour le corps doit être recherchée à la table de tir. A ce propos, les stands de tir doivent faire en sorte que leurs tables de tir et leurs tabourets, en nombre suffisant pour accueillir les compétiteurs, cela va sans dire, présentent tous ce caractère de stabilité requis pour que chacun puisse disposer de conditions égales. Voir rubrique la table supra. La position va dépendre pour une bonne part de la morphologie des uns et des autres, du matériel utilisé, de la longueur de l'arme et de la technique choisie avant le lâcher : recul libre (free recoil en anglais) ou tenue de la crosse totale ou partielle de la main ou du creux de l'épaule. Concernant la posture adoptée, deux écoles, grosso modo, se rencontrent, celle qui consiste à se tenir derrière la table et celle qui consiste à se tenir d'un côté ou un autre de la table suivant que l'on est soit droitier ou gaucher.

La position idéale n'existe pas en soi, c'est celle qui vous convient le mieux et qui en cible vous procure les meilleurs résultats tout en vous coûtant le moins de contraintes et de tensions musculaires possibles, je serais tenté de dire celle qu'on oublie et qu'on a trouvée après avoir fait tous les essais nécessaires avant d'arriver à la position optimale.

## 12 Sélection des munitions

C'est de toutes les difficultés à surmonter pour performer la plus épineuse de toutes. En Rimfire nous sommes pieds et poings liés avec des cartouches manufacturées contrairement au benchrest gros calibre. Quand on aura écarté les munitions bas de gamme bien que de temps à autre il puisse se présenter une exception, tout le travail reste à faire avant de choisir la munition que l'on va utiliser en compétition. Grossi modo deux écoles prédominent, l'une consistant à se rendre chez le manufacturier et à effectuer des tests dans des tunnels, l'autre consistant à commander des boîtes de munitions de différents lots pour effectuer des tests in situ.

Que l'on choisisse l'une ou l'autre méthode le choix tournera autour de produits de marques qui se comptent sur les doigts d'une main à savoir Eley, RWS, LAPUA avec leurs modèles phares j'ai nommé Tenex, R50 et X-Act. Ce qui ne veut pas dire pour autant que d'autres modèles comme les Eley Match, RWS Super Match ou LAPUA centerX, Midas + ne sont pas à même d'offrir de jolies surprises, loin s'en faut.

Ceci étant, personnellement, j'ai toujours obtenu les meilleurs résultats avec le haut de gamme de ces fabricants que ce soit avec des R50 ou des X-Act testées en tunnel.

Je ne reviendrai pas sur cette notion largement documentée par JLE à propos de cette osmose entre canon et munition qui relève d'une alchimie complexe sur laquelle nous n'avons malheureusement pas beaucoup de prise.

Quand on se rend que ce soit chez RWS ou LAPUA, il ne reste pas grand-chose à faire sinon croiser les doigts en espérant tomber sur le lot magique, ce qui peut arriver, j'en témoigne mais qui peut tout aussi bien ne pas arriver à votre grand dam j'en témoigne également.

L'autre déconvenue possible tout aussi fâcheuse est la découverte une fois arrivé au stand que votre lot magique entre guillemets ne tienne absolument pas ses promesses. C'est arrivé à plusieurs compétiteurs à leur grand désespoir.

Les conditions en tunnel sont très particulières et bien éloignées de la réalité vécue en stand. Votre arme est maintenue à l'étau pour éviter les bougés, parfois c'est le canon qui est contraint, parfois l'action. La vitesse, la qualité des lâchers peut être d'inégale qualité. La température, l'hygrométrie, la densité de l'air, les phénomènes de résonance ne seront pas les mêmes à l'extérieur et donc c'est un pari qui est fait par le testeur sur la qualité du ou des lots choisis qui auront donné les meilleurs groupements en tunnel.

L'autre façon de tester s'approche plus de la réalité. Des machines à tester existent ou sont en cours d'évaluation. Citons le rail gun de Christian SALVA et le prototype de Pascal BESSY.

## 13 Rituel d'installation et entraînement

### a) Rituel d'installation

Le maître mot de ce chapitre est le mot routine. Il importe en effet de ne plus avoir de questions à se poser sur ce qu'il y a lieu de faire et d'avoir à portée de main au moment de l'installation qui va précéder un entraînement ou une compétition. Le temps est compté dans un cas comme de l'autre donc les gestes doivent avoir été répétés et répétés jusqu'à devenir une habitude bien huilée sans perte ni de temps ni d'énergie ni de place laissée à l'oubli ou à l'improvisation.

Pour y arriver sans trop de peine il faut anticiper ses besoins et y pourvoir. Donc commencer par les dénombrer. Pour me fixer une longueur de temps il me faut un minuteur un de ceux qui permettent de brider le son de manière à ne pas gêner les voisins à la fin du temps programmé. (Voir exemple de modèles en annexe.) Il me faut prévoir quelques outils de dépannage rapides au cas où une douille aurait du mal à sortir de l'action du à une mauvaise positionnement au sortir de la chambre genre pince à épiler, un petit canif pour ouvrir rapidement les boîtes de cartouches, un petit range cartouches qui

permet d'extraire les cartouches sans perdre de temps, un étui à verrou pour automatiquement en le sortant le mettre en position d'armement et inversement en le rentrant le mettre en position de désarmement ce qui permettra de ménager son ressort à la longue. Il est fortement conseillé de se protéger les oreilles dans cette perspective deux possibilités s'offrent à vous soit les bouchons d'oreille que l'on peut se procurer dans les magasins de bricolage soit les casques ne perdant pas de vue que les casques électroniques sont strictement interdits. Les cibles étant disposées à des hauteurs variables pour ne pas se laisser surprendre il faut penser à se munir d'une rehausse ou entretoise de sac arrière. Les tables finissent pas être des réceptacles de poussières et autres particules indésirables il est donc préférable de remédier à cette situation en ayant une ou plusieurs toiles de protection qu'importe la matière. Ces toiles permettent de récupérer facilement les douilles vides à la fin des cartons et protègent les cartouches neuves en cas de renversement.

Deux autres choses sont bien utiles sur le poste de tir à portée de main : une bouteille d'eau et une serviette pour s'essuyer ou pour nettoyer ses mains au cas où.

Avant d'aborder l'installation au poste de tir, je voudrais parler d'autres objets et d'autres précautions à prendre avant toute chose. Du point de vue administratif pour commencer. On ne peut songer à venir en compétition sans s'être assuré au préalable d'avoir sa licence de tir sur soi en version papier ou numérique. De la même manière en cas de contrôle il est recommandé d'avoir la preuve de sa participation à la compétition sous forme d'invitation ou de plan de tir. Enfin le carnet européen d'armes à feu version numérique ou papier est également indispensable pour prouver son autorisation de détention. On veillera par ailleurs à transporter son ou ses armes de telle manière qu'il ne puisse y avoir une utilisation facilitée par un tiers donc que le verrou et la carabine sont transportés séparément ou que des dispositifs tels que des verrous y contribuent.

L'arme ou les armes étant transportées dans des mallettes obligatoirement, restent à transporter les autres matériels dont nous avons parlé précédemment, le trépied, le sac arrière, les articles de nettoyage. À l'instar des tireurs de Benchrest gros calibre les tireurs de Rimfire ont depuis quelques années opté pour le chariot Clax bien pratique pour avancer les équipements au poste de tir tout en ménageant les articulations sinon soumises à rude épreuve étant donné le poids respectif des trépieds et des sacs arrière.

## b) Entraînement

### a. Fréquence

Je dirais au minimum une à deux fois par semaines. Cette fréquence est compatible pour qui est encore en activité. Si je m'en réfère à mon expérience, j'ai toujours dans la mesure du possible tenu à respecter cette fréquence. Si ce n'est les périodes où j'étais malade ou en cas de fortes intempéries notamment en hiver quand il neigeait ou gelait. Passe un temps sans entraînement, on s'aperçoit que contrairement au vélo on a tôt fait de perdre ses habitudes, baisser la garde et ne plus être attentif aux gestes qu'il convient de respecter pour bien tirer. Comme pour l'installation il est primordial que d'entraînement en entraînement s'installe une routine, une automatisation des gestes pour qu'une fois en compétition c'est sans peur et sans appréhension d'aucune sorte que je m'installe à la table de tir prêt à affronter toutes sortes de situations que j'aurais rencontrées à l'entraînement mais pas uniquement.

L'autre manière inégalable d'accumuler de l'inexpérience et de mettre en pratique les routines d'installation et d'entraînement est la participation aux matches amicaux organisés soit en France soit à l'étranger. Cela permet de s'aguerrir à des conditions météorologiques et aérologiques différentes et de rencontrer des personnes utilisant d'autres matériels et d'autres techniques de tir ce qui est toujours intéressant et enrichissant.

### b. But

L'entraînement est là avant tout pour mettre au point sa technique pas nécessairement pour scorer. C'est le temps des tests et des tâtonnements, des tests encore et toujours des munitions, des réglages de tuner. Ce qui n'empêche nullement de temps à autre de faire de petites compétitions entre habitués de tel ou tel jour de la semaine ou du week-end. Se confronter aux autres est toujours source de plaisir et d'enseignement.

### c. Préalables

Cette technique passe par deux préalables un la vérification de son matériel deux la mise au point de ce dernier. Un rapide Check up permet de vérifier que le tuner, le mid barrel, la lunette et le canon sont serrés au couple idéal, que les sacs arrière et avant ont suffisamment de sable que leurs formes

permettent à la crosse de reculer sans à coup, que le joystick du trépied est serré convenablement. Et enfin que si on arme n'a pu être nettoyée antérieurement, elle le soit.

Une fois ces préalables effectués on peut passer au tir et au peaufinement de sa technique

#### d. Technique de tir

Avant de décomposer cette technique, disons d'emblée que le tir sur appui comporte des spécificités qui en font une discipline à part. D'où parfois une certaine déconvenue des tireurs d'autres disciplines de tir qui, pensant avoir affaire à un jeu d'enfant, se trouvent confrontés à un casse-tête chinois. La plus grosse difficulté à surmonter pour tous étant de combiner, sans coup férir, la visée et l'observation des conditions sur le pas de tir à l'aide des girouettes et autres indicateurs de vent. Mais revenons-en aux composantes de cette technique. Il y a lieu de distinguer :

### **la position du corps par rapport à la table**

Elle varie d'un tireur à l'autre. Certains, disons une majorité, tirent soit perpendiculairement soit parallèlement à la table. D'autres, peu nombreux, il est vrai, j'ai en tête le nom d'un tireur Italien bien connu, tirent en bout de table dans le prolongement de la carabine. Certains tirent pratiquement couchés sur la table. D'autres adoptent une position plus haute qui les oblige à pencher davantage la tête pour la visée. Quand on a trouvé celle qui vous convient le mieux, en d'autres termes, qui vous contraint le moins d'un point de vue musculaire, la hauteur tabouret-table reste un élément à prendre en compte, à mesurer et à reconduire d'un stand à l'autre. Quelle est à mon avis la meilleure position ? Aucune et toutes à la fois. Je m'explique : il ne peut pas y avoir de dogme en la matière, l'expérience prouve que l'on peut faire de beaux cartons dans toutes les positions, cela dépend de la morphologie de chaque tireur. Le but à rechercher est d'être bien, de se sentir bien.

### **La position des jambes, des bras, du coude et des doigts:**

#### Position des jambes

Suivant la position du corps par rapport à la table, les jambes vont être soit écartées, position perpendiculaire, soit jointes, position parallèle. L'attention, devra, dans les deux cas, être focalisée sur le risque encouru de toucher la table et de la faire bouger s'il s'agit d'une table en bois comme à Montesson ou Pontoise, par exemple. Ce problème réglé, reste celui de la position des bras et des mains, autre facteur de bougé dans le cas d'une table en bois.

#### Position des bras

Amusez-vous à faire cette expérience sur une table en bois : posez vos bras gauche et droit sur la table, levez-les dans le sens inverse et constatez au fur et à mesure ce qui se produit au niveau de votre visée : vous constaterez alors un écart non négligeable par rapport à votre réglage initial. Tout ça pour dire que chacun de vos gestes : pose, lever de bras est tout sauf anodin et peut avoir des répercussions néfastes en cible. Donc mieux vaut y prêter attention. Certains tireurs aiment sentir leur arme, faire corps avec elle et ont besoin pour bien tirer d'insérer l'extrémité de la crosse dans le creux de leur épaule. Ce n'est pas mon cas qui tire en free recoil. Mais ceci étant, à chacun sa technique. Là non plus il convient de ne pas être dogmatique. Le tout est de ne pas bouger au moment du lâcher.

#### Position du coude

Un aperçu des positions adoptées par les tireurs au fil du temps sur le CN fait apparaître une évolution et une dominante: la surélévation du coude par des procédés divers et variés. Le but de ces procédés est d'atténuer les contraintes musculaires et articulaires. Du produit standardisé : sac de sable aux inventions toutes plus originales les unes que les autres on trouve de tout. J'ai un temps opté pour deux boîtes plastiques remplies de douilles pour y poser mon coude !

#### Position des doigts

Elle varie suivant la crosse avec laquelle s'effectue le tir. On ne positionnera pas les doigts de la même manière suivant que l'on a une crosse Anschutz, Cicognani, Kelbly, avec ou sans trou, avec ou sans poignée revolver. Une fois de plus, certains ont besoin de sentir leur arme, d'y poser au minimum un pouce, d'exercer une petite pression, d'autres pincent la queue de détente et le pontet, d'autres qui tirent en free comme moi ne pose aucun doigt sur l'arme excepté sur la queue de détente.

### **Le chargement**

A l'ordre de l'arbitre "Commencez le tir." intervient l'opération de chargement de la cartouche suivi d'une série de coups de flambage et d'essais dans les sights (prononcé saille ...). Cependant, cette opération pour sans conséquence qu'elle puisse paraître est loin d'être anodine, une fois de plus. Si vous avez trop serré votre bloc détente sur le boîtier de votre carabine, ce qui risque de se produire, c'est que vous allez avoir du mal à faire coulisser le verrou de culasse, forcer et donc provoquer des effets de bougé particulièrement indésirables. L'observation des tireurs chevronnés indique une grande douceur du geste, voire une certaine lenteur à ce moment et cette douceur, cette lenteur n'est pas du tout un signe d'amour éperdu et irraisonné pour son engin mais bien une minimisation maximale des risques de bougé.

### **La mise en batterie**

Elle intervient dès le premier blason d'essai. Là aussi rigueur et attention sont de mise. Il va s'agir de repositionner la carabine vers l'avant jusqu'à la butée fixée au trépied. Un lent aller retour est fréquemment observé qui indique que le tireur veut s'assurer du bon positionnement, alignement et coulissement de son arme au moment du départ du coup qu'il s'apprête à tirer.

### **La visée**

C'est un moment crucial, source de plaisirs et de déconvenues aussi ... Elle va dépendre bien évidemment des conditions à l'instant T. J'y reviendrai à la rubrique suivante. Pour se rapprocher le plus possible de l'idéal, cette visée doit être réglée dans un laps de temps qui ne soit ni trop court ni trop lent ce qui suppose un entraînement intensif en stand avec minuteur à proximité. Pourquoi? Pour des raisons qui ont déjà fait l'objet d'une littérature abondante et donc sur lesquelles je ne reviendrai pas ici. Qu'il suffise de rappeler pour faire court que le canon vibre, est soumis avec le départ de la balle à des résonances qu'il convient de laisser s'apaiser avant de tirer à nouveau. Il ne faut pas tarder non plus car là on s'expose à des balles qui partent. Donc tout est affaire de dosage à mesurer à l'entraînement. A chacun ensuite de voir quel intervalle de temps entre chaque tir est le plus propice à le conduire à faire des points.

### **L'observation des conditions**

Je ne m'attarderai pas sur le sujet qui a fait l'objet déjà de nombreuses contributions de grande qualité. Je vous renvoie aux écrits de Jean-Louis Espinet, maître en la matière. Quelques notions à ne jamais perdre de vue cependant. L'entraînement, l'observation, c'est-à-dire en fait la pratique et l'expérience vous en apprendront beaucoup plus que n'importe quel traité d'aérodynamique. Oubliez le Rimfire si vous ne vous êtes pas équipés d'un jeu de girouettes. C'est un des fondamentaux du benchrest dans sa globalité. Le vent est un phénomène naturel si complexe et capricieux qu'on ne peut espérer améliorer ses scores sans cet outil indispensable. Le prix de revient d'un jeu complet de 4 à 5 girouettes, est très abordable quand on veut bien mettre la main à la pâte. Voir à ce sujet le mode de fabrication préconisé par j@rod sur le forum 22Hunter.

Ceci étant, les girouettes à elles seules ne vous garantissent pas à 100 pour cent une juste appréciation des conditions sur votre stand de tir. D'autres éléments à observer vont vous avertir de ce qui se passe autour de vous : laissez votre corps : vos yeux, vos oreilles, votre peau aller à l'écoute, l'observation de ces phénomènes. Sentez-vous le vent sur votre visage, vos cheveux ? Les arbres, l'herbe, les fleurs

bougent-ils ? Entendez-vous le bruit des ventilateurs sur vos girouettes ? Votre voisin vient-il de pester ? Autant d'indices qui vont vous mettre en alerte, vous pousser à agir ou ne pas agir. Observer ses girouettes, ses métronomes (aussi appelés citrons en raison de leur couleur et de leur forme) ou balanciers, leurs changements de direction est une chose qui peut aussi se compléter par l'observation de ceux du voisin de droite et de gauche pour anticiper l'arrivée ou le départ d'une brise ou d'une rafale. La prise de décision en dépend.

### **La prise de décision**

Elle va découler de ce qui précède, pour être plus précis des essais effectués dans les sightings qui vous ont guidé, il faut l'espérer, à dégager une tendance du vent et obligé peut-être à rerégler votre lunette en conséquence et de vos préférences en matière d'ajustement au vent : tir à la condition ou contre-visée. Je rappelle pour les néophytes que le tir à la condition consiste à ne tirer que dans la condition qui dans les sightings vous a conduit au centre de la cible. Avantage : prise de risque minimum. Inconvénient : technique dévoreuse de temps Je n'insisterai pas sur la contre-visée sauf pour dire que là comme ailleurs ce sont vos observations sur le terrain qui comptent et pas celle qui sont décrites dans les ouvrages. Avantage : en cas de vent constant, succès garanti. Inconvénient : en cas de changement brutal de vent, échec garanti : visé, touché. La prise de décision est forcément une prise de risque. Mais il n'y a pas le choix. Le chronomètre tourne. Et c'est là qu'intervient la récompense ou la sanction suite à votre bonne ou mauvaise décision. Le vent ne pardonne pas autant lui rendre l'hommage qui lui est dû en l'observant attentivement.

### **La respiration**

Rarement traitée dans notre discipline, elle joue un rôle à mon avis tout aussi important que la pose des bras ou des doigts. Tout bêtement parce que arrivé à un certain niveau de performance notre souffle, nos battements de coeur influent sur notre tir. Pour amoindrir les effets d'une respiration trop ample source de bougé il m'arrive assez souvent de lâcher mes tirs en apnée, surtout lorsque je sens qu'un bon score comme un 250 peut être en jeu et si je me trouve assis à une table en bois de surcroît. Faites-en l'expérience et voyez ce qui se passe lorsque vous ne dominez pas votre souffle ou que votre coeur bat la chamade alors que vous êtes en contact avec la table !

### **Le lâcher**

Un des fondamentaux du tir. Source de plaisir et de déconvenue lui aussi. Avec une mauvaise lecture du vent, bien des erreurs peuvent lui être imputées. En gros deux écoles font recette. Le lâcher direct et le lâcher après arrêt à la bossette. Je pratique les deux suivant les carabines que j'utilise et n'ai de préférence ni pour l'un ni pour l'autre. Intervient ici le poids de la détente. Les valeurs courantes sont comprises entre 50 et 150 grammes. Un lâcher franc, direct a ses avantages au niveau du départ de la balle, son inconvénient est qu'il n'admet pas le moindre changement de condition. Le tir à la bossette permet de revenir sur une décision qui allait s'avérer mauvaise, son inconvénient : le départ de la balle pourrait être moins franc, à voir... Un bon lâcher qui conduit au coeur de la cible est source d'un plaisir sans pareil. Vous êtes au coeur de votre sport, tous vos efforts précédents, et il y en a quelques-uns comme vous avez pu le constater ont abouti et la satisfaction qui en découle est une satisfaction sans pareil et si elle se répète 25 fois alors là vous touchez le Graal.

## 14 Préparation physique

Il est important d'être en bonne forme physique pour performer le jour j. Notre sport réclame beaucoup d'énergie sur la durée. Le nombre de pas à effectuer dans une journée de compétition qui débute tôt le matin et se prolonge parfois tard le soir est conséquent, le matériel à porter lourd et mal aisé à transporter, la tension nerveuse à son paroxysme pendant le tir, le tout finit par compter et nécessite d'y être préparé. Ceci dit, j'ai opté sur les conseils de mon médecin pour des activités douces adaptées à mon âge et donc la marche et la natation à raison de trois à quatre fois par semaine des fois plus. Le tout conjugué à une

alimentation saine et équilibrée à base de sucres lents et de fruits, légumes et poissons, en évitant les plats gras et en sauce avec des exceptions, la bonne hygiène de vie oui, l'ascétisme, les privations certainement pas. L'eau oui, mais l'alcool aussi, toujours avec sobriété et modération. La joie de vivre n'exclut pas la tempérance et le juste milieu bien au contraire. Moyennant quoi les compétitions se passent sans coup férir, dans un bon esprit empreint d'amitié et de convivialité, et la récupération se fait sans problème.

## 15 Préparation mentale

Un des facteurs les moins pris en compte et traité dans notre sport est la gestion du stress. Or cette gestion est primordiale en compétition au même titre que le choix de son matériel, de ses munitions, de sa technique, de l'observation des conditions, plus particulièrement si, comme moi, vous avez tendance de par votre nature à en rajouter.

Donc je dirais que la première des choses à faire pour éviter d'avoir à gérer dans l'urgence des situations stressantes est de se démener justement pour ne pas se retrouver dans de telles situations arrivé sur stand, que ce soit par oubli ou par négligence.

Je partirais bien sûr du principe que vous êtes en possession de l'essentiel : la carabine, le verrou de culasse et un bon réveil ! Sans blaguer. Je vous parle d'expérience vécue par moi mais par d'autres aussi ! Vous avouerez que c'est un peu ballot de s'apercevoir de tels oublis de matériel une fois sur le lieu de vos exploits !

Donc, avant le départ en compétition **dénombrer le matériel** indispensable : carabine, verrou de culasse: dans deux endroits différents du véhicule pour être en conformité avec la législation, trépied, sac arrière, munitions, girouettes, citrons, déclaration de la ou des armes, j'ajouterais bien volontiers, outils de serrage, de nettoyage et réveil, en bon état de marche !

**Vérification du matériel:** la semaine, les jours précédant le match, pour éviter de très désagréables surprises facteur de stress, voire de contreperformance sur stand, vérifier les serrages : du canon au boîtier, des éléments du trépied : colonne, butée, du tuner, du MBT, de la lunette. J'ai été confronté sur stand à tous ces problèmes : desserrage du canon, du tuner, de la lunette, de la colonne de support du sac avant. Alors là, après la pose des girouettes, l'installation du matériel, le réglage de la lunette, soyez certains que si de telles mésaventures vous arrivent, l'adrénaline va couler à flot en plus de celle générée par le simple fait d'être en compétition. Je me souviendrai toujours de la mine déconfite et fatiguée de Jean-Louis Espinet suite à un problème de desserrage de son matériel à Dijon.

**Du bon et du mauvais stress:** Sans vouloir apparaître comme paradoxal à tout crin, je dirais néanmoins que le stress en soi n'est pas forcément une mauvaise chose et qu'il y a lieu comme pour le cholestérol de distinguer le bon du mauvais stress. Notre sport exige de notre part énormément de concentration : de l'arrivée sur site à la fin de la journée de compétition. Nous devons arriver suffisamment tôt pour monter et installer nos girouettes sur le pas de tir, les aligner, régler leurs hauteurs, disposer le trépied, le sac arrière et la carabine en parfait alignement sur la table, régler la hauteur du tabouret en fonction de notre anatomie, parfois aller à la recherche de ce tabouret, régler le trépied par rapport à la disposition des porte cibles, éventuellement régler la lunette. Nous n'avons guère le droit à l'erreur lors de cette phase car un retard, un mauvais alignement, une mauvaise position seront facteurs d'écarts en cible. Là le stress va nous servir à rester concentré sur notre sujet, à nous appliquer, à disposer de suffisamment de temps pour être fin prêt en temps et en heure.

**Gestion mentale:** Le mauvais stress, c'est au moment du début du tir qu'il faut l'évacuer. J'entends par là tout élément susceptible de distraire notre attention. Voilà pourquoi il est primordiale d'avoir une confiance absolue en son matériel, sa disposition, être dans un état d'esprit tel que plus rien autour de soi ne va désormais compter que la fine observation des conditions sur l'intégralité du pas de tir,

l'écoute de son corps, de sa respiration pour que le lâcher nous conduise mentalement déjà à la mouche. C'est ce que j'appelle la gestion mentale, cette mise en condition, cette bulle à l'intérieur de laquelle je vais m'enfermer pour ne plus faire en sorte que d'accompagner mes balles jusqu'à leur but ultime : le centre de la cible. Et là quand toutes les conditions sont réunies j'entre en fin de compétition réussie dans la quatrième dimension : le nirvana du tireur de précision.

## 16 En compétition : étude, respect et discipline

Pour ne pas se retrouver au dépourvu, il est indispensable de bien connaître le règlement et si possible dans sa version originale c'est-à-dire celui rédigé en anglais, des erreurs d'interprétation voire de traduction pouvant avoir échappé à la vigilance du traducteur. Ceci dit ce n'est pas la mère à boire les règles à suivre n'étant pas si nombreuses que cela.

C'est la première étape, l'étude attentive et rigoureuse du règlement. Après si cette étude est nécessaire, elle n'est pas suffisante. Faut-il encore en tirer les conséquences. Deux points sont à vérifier et respecter scrupuleusement, le poids de la carabine et la largeur du fût. Même si des tolérances existent, il est préférable de s'en tenir aux limites fixées.

Cette discipline, cette rigueur sur ces considérations matérielles vaut aussi sur le comportement générale à adopter vis-à-vis des autres concurrents et des arbitres qui se doit d'être en tout point exemplaire et exempt de tout abus, de tout faux pas en particulier, pour ne donner qu'un seul exemple, sur l'attention à porter sur sa cible et son numéro de tireur pour éviter les tirs croisés.

## Conclusion

### **De la beauté du sport et de ses valeurs**

Les valeurs véhiculées par le Rimfire sont nombreuses et communes à celles véhiculées par le sport en général. Ce sont de belles valeurs. J'ai cité le dépassement de soi, l'humilité, la modestie, la capacité à se remettre en cause et rebondir, la résilience, la détermination, la résolution, la robustesse, le savoir, la rigueur, l'attention, la concentration, la lucidité, la domination et la maîtrise de soi, la mesure, la pondération, la tempérance, la simplicité, et dans ses rapports avec autrui le respect, le déférence, la civilité, la politesse, la jovialité, l'écoute, l'aménité, l'affabilité, la droiture, l'honnêteté, la bonne foi, la dignité, la cordialité, la fraternité, la sociabilité, l'amitié.

Ce sont des valeurs qui enrichissent la connaissance de soi et de ses rapports aux autres, le savoir faire et le savoir être à tout âge et époque de la vie que l'on soit homme ou femme. Ce sont des valeurs à haute valeur humaniste associée. Et donc que vivent le sport et le Rimfire.

### **Du hasard et de la nécessité**

#### **De l'absence d'explication parfois**

À l'impossibilité d'expliquer certains phénomènes survenant à nos chères petites baballes en cours d'entraînement ou en compétition, notre vénéré maître, le Pigman, autrement rationaliste et adepte de précision, concluait qu'il n'y avait parfois rien à comprendre, que les choses étant ce qu'elles sont, on ne pouvait trouver la cause à des effets indésirables. Ce que nous traduisons parfois par cette phrase maintes fois entendues sur les pas de tir :

« Je n'ai rien compris à ce qui m'est arrivé. »

À Raïsmes, je l'ai entendu dire qu'il n'aimait pas l'absence de vent et parlait volontiers de « couches d'air laminaires » traîtresses.

On touche là en effet aux confins des recherches en précision que nous, pauvres bougres, essayons de mettre en œuvre pour essayer d'atteindre notre 10 et notre chère mouche.

Loin de moi l'idée de vous apporter une solution mais plutôt de vous donner quelques pistes de réflexion ou de lecture parfois ardues, j'en conviens, sur lesquelles je suis tombé et dont j'aimerais vous faire part.

Outre les munitions, en Rimfire nous sommes tributaires de l'air ambiant, je précise : la densité de l'air et ses diverses composantes : altitude, pression atmosphérique, hygrométrie, température. Difficile de ne pas croire que la pénétration dans l'air de la balle va dépendre de cette densité variable et que sa vitesse a des conséquences indéniables, le « frottement » étant différent suivant l'altitude, la pression atmosphérique, l'humidité, la température.

Je vous renvoie à la lecture des articles cités en référence. (ANNEXE 8) (article sur l'air dans l'encyclopédie Wikipedia [Masse volumique de l'air](#).)

Est-ce que pour autant le sujet est épuisé, qu'il suffirait d'avoir la balle allant à la bonne vitesse à l'heure H pour que tout aille pour le mieux dans le meilleur des mondes ?

Ce serait trop simple.

Encore faut-il savoir que précisément il est impossible de savoir (sic). « L'humidité de l'air est variable dans l'espace et dans le temps, à l'échelle de quelques heures voire moins (par exemple quand il pleut ou quand la rosée se forme) et non-uniforme à l'échelle de centaines de mètres, voire parfois du mètre de sorte qu'il est impossible de définir des propriétés standard de l'air ambiant. » Intéressant, non ? Donc à quoi bon chercher des explications quand le hasard est là comme dans la distribution des cartes.

C'est la dure loi de notre sport que de mettre tous les atouts de son côté, en termes de temps passé, d'argent dépensé, de sacrifice sur sacrifice fait au détriment de sa vie familiale, des siens et de voir ses efforts anéantis sans avoir d'explication car une masse d'air impromptue aura fait dévier sans crier gare la petite balle capricieuse au moment où il ne fallait pas. C'est comme ça. Il faut l'admettre et cesser de se torturer l'esprit à chercher des explications là où intervient le hasard pur et dur. Le Rimfire n'est qu'un jeu après tout... Bons tirs dans la joie et la bonne humeur.

# ANNEXES

Le contenu des annexes au format PDF figure in extenso à la fin du petit livre.

## ANNEXE 1



Les écrits de Jean Louis Espinet.pdf

## ANNEXE 2



Les aventuriers du groupement perdu

## ANNEXE 3



Nettoyage du canon Protocole Jea

## ANNEXE 4



Aimtech Flag Brochure (inc. Price I

## ANNEXE 5



Equipment List.docx

## ANNEXE 6



ADA399323 (1).pdf

Gun barrel vibration absorber to increase accuracy 2002

## ANNEXE 7



The Optimization  
of Rifle Barrel Harmonics 2022

## ANNEXE 8



Eley by the  
Numbers by Bob COLLINS

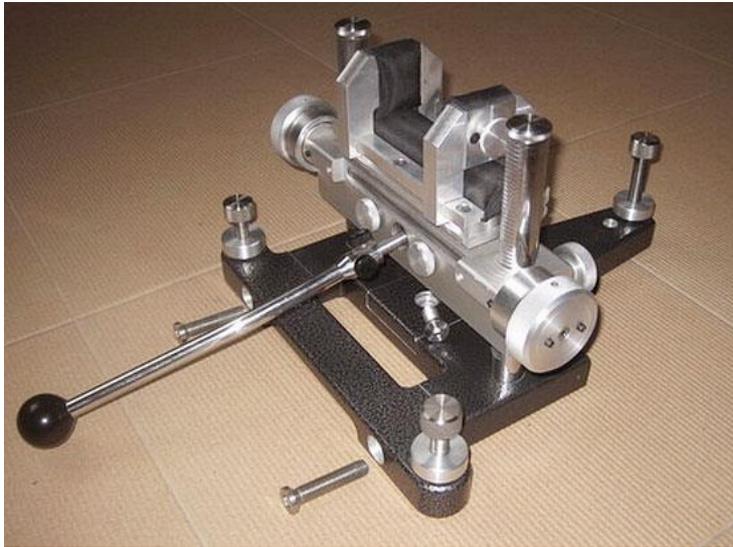
## ANNEXE 9



BoyerBook\_Sample.  
pdf  
from The Book of Rifle Accuracy by Tony BOYER: CONDITION READING

# 10 PHOTOS

## Trépieds



SEB



Alberto LENZI



CICOGNANI

## Sacs arrière



EDGWOOD Standard Gater



DimaRS



PROTEKTOR

## Crosses



CICOGNANI



McMILLAN



Special Order - Purple, Blue and Yellow

High Profile

PRECISION WOODCARVING



DimaRS



Jim PEIGHTAL



Bill PIPPIN



Brent LIDGARD



LB PRECISION



LB PRECISION



LB PRECISION



BENCHREST RS Ricardo SERAPIO



BENCHREST RS Ricardo SERAPIO



BENCHREST RS Ricardo SERAPIO

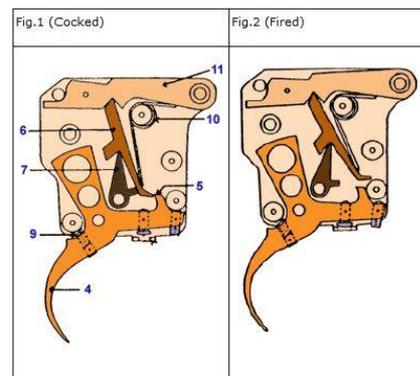
## Blocs détente



## ANSCHUTZ



JEWELL



FLAVIO FARE



BIX and ANDY

## Lunettes



VORTEX Golden Eagle 15-60x52



**NIGHTFORCE Benchrest 12-42 x 56**



**SIGHTRON SIII Competition 45x45 ED**



**MARCH-X 5-50x56mm**

Tuners



Ron HOEHN



EZELL



CICOGNANI



LB PRECISION



HOLESHOT ARMS

Bloop tubes



Ricardo SERAPIO



Bloop tubes PAPPAS



Bloop tube LB PRECISION



Bloop tube LB PRECISION

## Mid barrels



CONTREPOIDS AHG 200 gr



Mid barrel PAPPAS



Mid barrel IMGUR



Mid barrel PRECISION QUEST



Deresonator

## Tabourets



GIBRALTAR



MILLENIUM

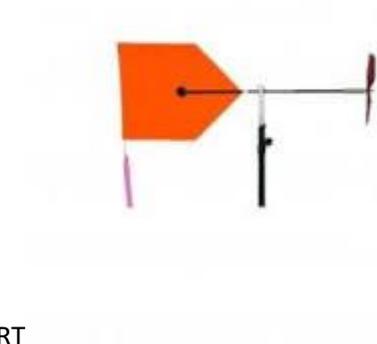


WOODBASS

## Girouettes



BRT



KKS



CICOGNANI



LB PRECISION



BENCHREST RS



Aimtech Flag  
Brochure (inc. Price I

AIMTECH

## Tables



CICOGNANI





GIROCIBLE

Cible WBSF



OFFICIAL WBSF INTERNATIONAL RIMFIRE TARGET

COMPETITOR : \_\_\_\_\_ TARGET : \_\_\_\_\_ DETAIL : \_\_\_\_\_ BENCH : \_\_\_\_\_  
SCORE : \_\_\_\_\_ X-B : \_\_\_\_\_


Chariot



CLAX

# 11 LIENS UTILES

[WBSF](#)

[WRABF](#)

[FFTir](#)

[Forum 22Hunter](#)

[Société de Tir de Pontoise](#)

[Benchrest Central](#)

[Cicognani](#)

[Edgewood](#)

[RWS](#)

[SEB rests](#)

[Boretech](#)

[Dewey](#)

[Killough KKS Shooting Sports](#)

[LB Precision](#)

[Club 50-60](#)

[Farley rest](#)

[Alberto Lenzi](#)

[Anschutz](#)

[Bleiker](#)

[Grunig Elmiger](#)

[Lilja](#)

[Shilen](#)

[Holeshotarms](#)

[Vudoo](#)

[Lapua](#)

[Eley](#)

[McMillan](#)

[Gac Rifles](#)

[Salva](#)

[RS Benchrest Portugal Armas e Desporto](#)

[Jewell](#)

[Bix'n Andy](#)

[Flavio FARE](#)

[Weaver](#)

[Nightforce](#)

[Sightron](#)

[March](#)

[Vortex](#)

[Khales](#)

[Harrell](#)

[Armurerie Gilles](#)

[Armurerie de Strasbourg](#)

[Gravolux édition](#)

# ANNEXE 1

## Les écrits de Jean-Louis Espinet – pseudonyme The Pigman – sur le forum 22 Hunter

De 2008 à 2011



---

17/04/2008

---

### Vitesse des balles en 22 Long Rifle

La question de LOKEN à propos des canons courts permettant une **vitesse** plus élevée des balles de 22 LR en sortie de **canon** m'amène à penser que certaines fausses idées circulent à ce propos.

Alors, je vais essayer d'apporter ma toute petite pierre à l'édifice de la connaissance du tir, en essayant de rester le plus près du terrain possible, même si je dois employer de temps en temps des termes techniques.

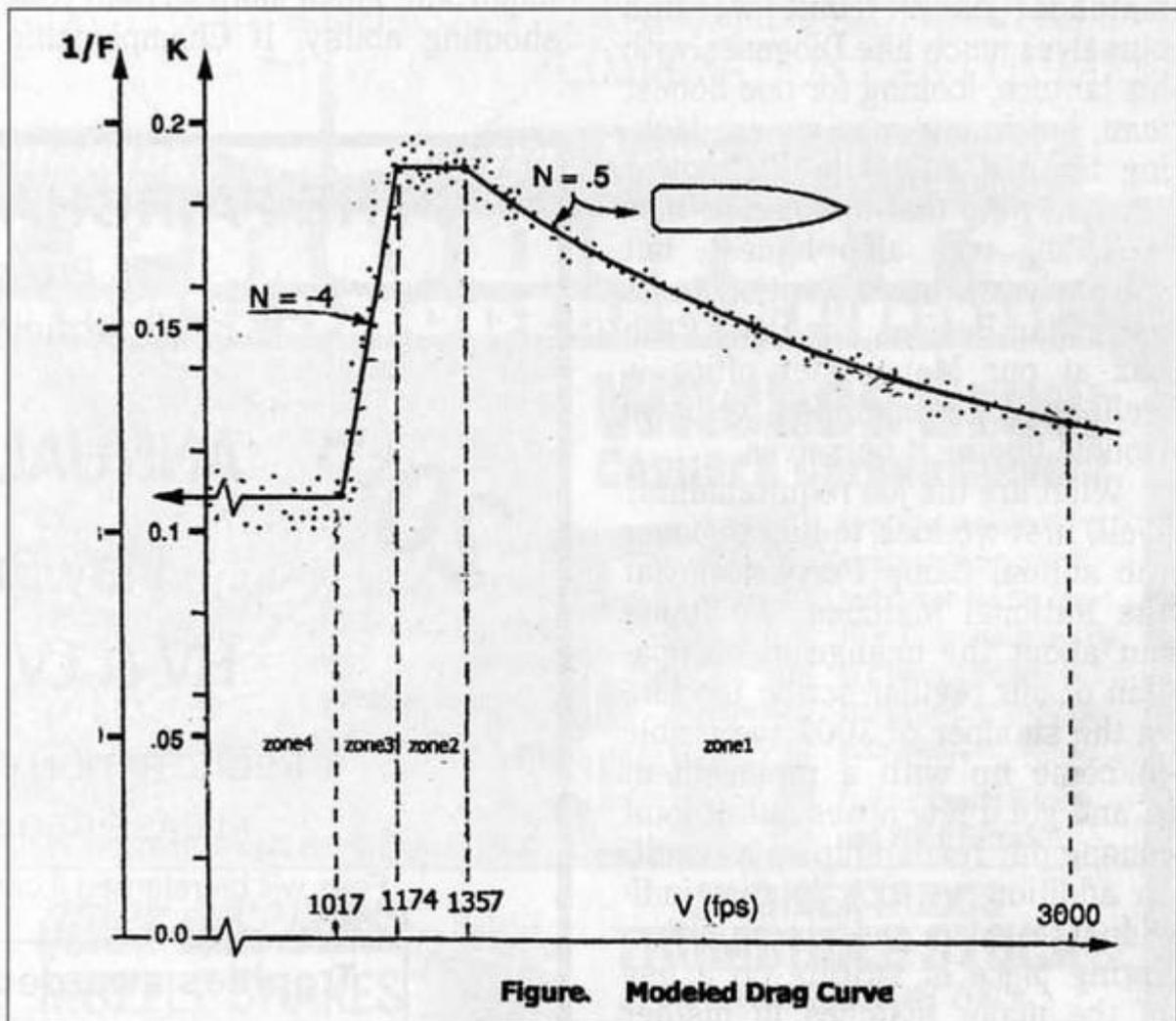
#### **Coefficient de traînée aérodynamique**

C'est quoi la traînée aérodynamique ( non Titi, c'est pas une dame de petite vertu bien profilée ) ? C'est la force exercée par l'air sur notre balle et qui s'oppose à son mouvement. Cette traînée s'exprime par un coefficient. Plus celui-ci est élevé (traînée importante), plus la balle va ralentir sur sa trajectoire.

Ceci n'est pas très important à courte distance. Mais beaucoup plus important, **plus le coefficient est élevé plus le vent a d'influence sur notre balle.**

Voyons maintenant un exemple de courbe montrant comment ce fameux coefficient varie en fonction de la

**vitesse**. Cette courbe n'a pas été établie pour une balle de 22 LR, mais ce n'est pas grave car l'allure de la courbe resterait la même.



By [The Pigman](#)

Que nous montre cette courbe ? Et bien que le coefficient augmente énormément aux alentours de la **vitesse** du son.

La **vitesse** du son est d'environ 340 m/s dans de l'air à 15°C pour une pression atmosphérique et une humidité normale.

Comme le diagramme est en mesures anglo-saxonnes rappelons-nous que :

1017 fps (feet per second) = 310 m/s

1174 fps = 357 m/s

1357 fps = 413 m/s

**La bonne vitesse ?**

Que peut-on conclure à l'examen de cette belle courbe?

Et bien qu'il faudrait que notre balle sorte du **canon** avec une **vitesse** de l'ordre de 310 m/s.

A ce propos, Federal avait sorti il y a une dizaine d'année des cartouches Gold Match, avec un modèle qui sortait aux environs de 370 m/s. En essais en tunnel, ça rentrait trou dans trou, un vrai plaisir. Une fois au

stand, avec un tout petit peu de vent ça en mettait partout !!!

Bon, qu'est-ce que nous disent nos fabricants ?

Pour sa Tenex, Eley donne 331 m/s, sans préciser la **longueur** du **canon** d'essai.

Pour sa R 50, RWS donne 330 m/s dans un **canon** de 65 cm.

Moi, quand j'avais chronométré mes R 50 avec un chrono Oelher (base de mesure 1,219 m) j'avais trouvé 336 m/s par une température de 28°C.

J'aurais bien aimé avoir quelques Olymp pour en mesurer la **vitesse** !

### **Canon court ou canon long ?**

Une cartouche de 22 LR contient très peu de poudre. Celle-ci est complètement brûlée quand la balle a parcouru environ 35 cm. Après environ 50 cm de parcours, la **vitesse** de la balle diminue dans le **canon**. Donc, si chez RWS la balle sort à 330 m/s dans un **canon** de 65 cm, elle sortirait notablement plus vite dans un **canon** de 50 cm de l'ordre de 360 m/s.

Soit en plein dans la mauvaise zone !!!!

Donc, pour moi, un seul credo, un **canon** de 22 LR doit mesurer au moins 61 cm ( 24 pouces ), mieux 70 – 71 cm.

Allez, que vive le tir 🍀👍

---

08/07/2008

---

## Rodage de canon

Qu'entend-on par rodage de canon ?

Pour un canon de qualité match, il est normalement rodé à la fabrication à l'aide d'un rodoir en plomb et de pâte abrasive. Quoique je ne pense pas que Anshütz rode les canons de cette manière.

Par contre, au moment de l'usinage de la chambre et plus particulièrement de la prise de rayures, la fraise laisse de petites stries circulaires dont il va falloir "adoucir" les micro-arrêtes.

Donc, pour un canon de match, quand on parle de rodage il s'agit de roder la prise de rayures.

Pour un canon tirant des balles chemisées ça se passe assez vite, la flamme en sortie de douille étant très chaude. Mes canons Krieger en 6 PPC se rodent et n'encuvrent plus en moins de 25 coups.

Pour un canon de 22 LR, ce qu'il faut éviter, c'est la formation de l'anneau de plomb et l'emplombage de la rayure du bas.

Tir de 25 cartouches, puis nettoyage à la brosse bronze avec solvant adéquat.

Rebelotte à 50 cartouches, puis à 100, puis à 200.

Après, nettoyage, toutes les 200 à 300 cartouches.

Bien souvent, le canon ne donne sa pleine performance que après 1 000 à 1 500 coups.

---

05/08/2008

---

## Girouettes

Salut les bricoleurs de génie.

Attention de ne pas faire dans le trop léger.

J'avais posé la question à mon copain "Snuffy Smith" qui fabrique les queues de girouettes que j'utilise. Elles sont faites dans de la toile à spinnaker qui existe en 2 grammages aux USA, respectivement .75 et 1.5 oz. Le .75oz est trop léger et le 1.5oz va bien.

### [Nylon Ripstop Spinnaker Cloth](#)

Je suppose que 1.5oz veut dire 1,5 once par pouce carré.  
Converti en g/m<sup>2</sup>, celà ferait 155 g/m<sup>2</sup>.

Les bandes sont coupées au "couteau chauffant" (hot knife) pour ne pas que les bords s'effilochent avec le vent.

Peut-être quelque chose comme ça ???

### [Home Page](#)

Allez, bonne bricole 

P.S. Pour ceux qui ne veulent pas s'enquiquiner voir annonce ci-dessous.  
Paiement par Paypal.

### [Benchrest Central Classifieds - Equipment](#)

on, ça m'a chagriné cette affaire.

Déjà je me suis aperçu que j'avais mélangé les onces et les grains, donc que ma conversion était fausse 😞

Ensuite, je suis allé sur un site de voilier british, et là il y est dit que les Américains expriment leur poids de tissus pour voile en **onces pour un morceau de 28.5 pouce de large par 36 pouces de long** 😞

Le site donnait aussi un facteur de conversion pour obtenir le poids en g/m<sup>2</sup> : multiplier par 42,83.  
J'ai vérifié, c'est bon.

Donc, toile de 1.5 once = 64,24 g/m<sup>2</sup>

Après, j'ai pesé 2 de mes queues de girouettes:

#### **Queue 1**

Poids brut: 5,078g

Poids de l'émerillon: 0,264g

Poids estimé de l'oeillet: 0,3g

Poids du tissu : 4,514g

Dimensions: largeur 78mm x Longueur 850mm

Poids spécifique: 68g/m<sup>2</sup>

#### **Queue 2**

Poids brut: 4,966g

Poids net : 4,402g

Dimensions: l=75mm x L=830mm

Poids spécifique: 70g/m<sup>2</sup>

Voilà, vous savez tout, avec les bonnes valeurs.

Salut Christ 34,

Je vais essayer d'expliquer.

Ce que l'on cherche à faire avec les queues de girouettes, c'est d'avoir quelque chose de léger, semi rigide, qui "monte" en angle progressivement quand le vent augmente, qui ne "fluflute" pas quand le vent est un peu fou et qui ne s'enroule pas autour du ventilo.

Ceci peut-être réalisé avec de la toile à spinnaker, mise en forme pour qu'elle prenne une forme de tube. La mise en forme se fait en stockant les queues dans un tube en PVC de diamètre intérieur 30 mm. Une fois la forme prise, c'est léger et semi-rigide.

En haut de la queue, on sertit un oeillet, et on accroche la queue à la pale de la girouette par l'intermédiaire d'un émerillon comme on en utilise à la pêche.

Bon tir 😊

---

14/08/2008

---

## Position

Il n'y a rien de gravé dans le marbre ?? 😊

Je pense que le free recoil est la technique de base. A mon avis, il faut commencer par là. Ensuite, il y a des armes qui aiment être plus ou moins tenues.

Pour ma carabine N°1, je n'épaule pas, ma joue ne touche pas la crosse, mais avec ma main droite (je suis droitier), je pousse la carabine contre la butée du pied et je met un tout petit peu de pression vers le bas, à peine.

Les groupements semblent un tout petit peu plus serrés que en free recoil, par contre si je me loupe en matière de pressions, ça part loin 😬

Ma carabine N°2 semble mieux tirer en free recoil.

En général, surtout avec les tuners, les carabines ont tendance à être un peu lourdes de l'avant. Il ne faut pas hésiter à mettre du plomb dans la crosse derrière la plaque de couche, dans la limite du poids maximum bien sûr.

Cela rétabli un meilleur équilibre. 500 g semble un bon compromis. 😊

Bien sûr, on espère vous voir dans des concours sur le continent 🇪🇺, plus il y aura de concurrents avec des bons scores, plus je serai content.

Quand à un concours sur l'Ile de Beauté, je suis sûr qu'il y aura des partants 🇲🇶 🇲🇶

Tu pourrais essayer de contacter Babeth Corsetti, de Bastia 😊

Bon tir.

---

16/08/2008

---

## Teflon

Cromis,

J'ai vu que tu cherchais des bandes de Téflon pour ta belle crosse.

Ne prend pas celles de Sinclair 🙄 Ce n'est pas qu'elles ne glissent pas bien, non ça c'est O.K..  
Par contre elles sont de couleur bleue, et une fois collées ça se voit comme le nez au milieu du visage 😡 Ca détruit complètement le look de la crosse.

Prend plutôt du Teflon adhésif transparent:

- Chez Ron Hoehn: Clear Tape, je crois que ça vaut 7 \$ la pochette pour 2 carabines.
- Chez ESP : Téflon adhésif transparent ref: HO-R-TEF, ça valait 12,00 € la même pochette ( ESP doit les acheter chez Ron )

Allez, bon tir et plein de mouches. 🐝

---

24/08/2008

---

## Serrage vis

Les 2 vis du bloc détente doivent-être bloquées sans excès. Pas de couple de serrage recommandé.

Les 2 autres vis servent à fixer le boîtier de culasse dans la crosse. Elles doivent-être serrées, de préférence à la clé dynamométrique, à un couple entre 4 et 5 Nm. Les miennes sont serrées à 4,5 Nm.

Si le bedding est bien fait, comme c'est habituellement le cas avec Cicognani, le couple de serrage influe très peu sinon pas sur le groupement.

Pour une arme neuve, ou pour une crosse neuve, il faut impérativement vérifier la longueur de la vis avant (la plus près du canon).

Elle ne doit jamais, au grand jamais, venir toucher au fond du filetage du boîtier de culasse.

---

09/09/2008

---

## Bouche restreinte

Axiome 1: Pour qu'un canon de 22 LR tire bien, il faut que l'âme du canon ait une certaine conicité.  
La bouche doit impérativement être le point le plus serré du canon, la sortie de chambre le point le plus large.

Normalement, ceci est obtenu au moment du rodage final du canon, réalisé par un opérateur expérimenté avec un rodoir en plomb et de la pâte abrasive.

Tu peux lire le topo que j'avais écrit il y a un moment sur la fabrication des canons: [Forum Tir Sportif et Entraînement :: Fabrication de canon](#)

Frettage: Opération qui consiste à rapporter une pièce sur une autre avec un emmanchement très serré. Une des pièces est chauffée, l'autre refroidie .

Si on prend l'exemple de l'extrémité d'un canon, il est très difficile de prédire de combien le canon sera

resserré après la pose d'une frette externe. Cela dépend des dimensions relatives et de la nature des matériaux.

Cela a déjà été essayé sans grand succès.

Quand à usiner du carbure de tungstène ???? C'est pas à la portée du premier ouvrier venu .!!!

Bons tirs 🤖

---

## La fabrication des canons rayés

Il existe 3 méthodes pour fabriquer les canons rayés, ou plutôt 3 méthodes pour exécuter les rayures :

- rayage « au bidet », ou par enlèvement de copeaux
- rayage par olivage
- forgeage par martelage à froid

Dans tous les cas, il faut partir d'une barre cylindrique d'acier et y percer un trou tout le long bien dans l'axe et bien droit. Pas facile. Ce trou est ensuite alésé à un diamètre bien précis et quelquefois rodé avec un rodoir abrasif.

### Rayage « au bidet »

Oui, c'est le terme technique ! C'est la méthode la plus ancienne qui remonte à l'origine des canons rayés. Avec cette méthode, le profil externe du canon peut-être fait avant rayage. Le diamètre intérieur est celui du canon fini sur les bossages (les bossages sont les parties en relief, les parties en creux sont les rayures). On va tirer à l'intérieur du barreau une tête qui comporte un outil coupant affûté à la forme de la rayure, cet outil enlève un copeau de quelques centièmes de millimètre. Une vis extérieure fait tourner la tige qui tire et donne donc le pas du canon. Quand l'outil a parcouru toute la longueur, on le fait revenir en arrière et on le fait tourner d'une fraction de tour pour faire la rayure contiguë. Ainsi de suite 6 fois dans la cas d'un 6 rayures, 4 fois pour un 4 rayures, .....

Quand le tour a été fait, on sort l'outil de quelques centièmes supplémentaires et on fait la passe suivante. Ainsi de suite jusqu'à obtenir le bon diamètre à fond de rayures. Ce procédé est très précis, mais long. Il n'induit pas de contraintes dans le métal. Il est donc employé seulement pour des canons de match.

### Rayage à l'olive

Là, on va tirer dans l'ébauche une olive en carbure de tungstène. Le diamètre de cette olive est le diamètre à fond de rayure du canon fini. L'olive porte en creux la forme des bossages avec un angle qui correspond au pas du canon. Une vis externe peut assister l'olive pour donner le bon pas de canon. Tous les fabricants n'utilisent pas cette vis externe.

L'ébauche est cylindrique. Le diamètre du trou est intermédiaire entre celui à fond de rayures et celui sur les bossages. Quand on tire l'olive, du métal est déplacé depuis le fond de rayure vers le sommet des bossages. Ce procédé engendre donc des contraintes internes dans le métal qu'il faudra éliminer par un traitement thermique approprié. Il est rapide puisqu'un seul « tirage » d'olive réalise le profil interne. L'élimination de contraintes n'est toutefois jamais totale. Certains tireurs font subir aux canons finis une cryogénéisation pour transformer la martensite restante en austénite (ça y est j'ai réussi à placer quelques termes d'ingénieur) éliminant ainsi les contraintes résiduelles.

Le profil externe du canon doit être réalisé à ce stade.

## **Forgeage par martelage à froid**

Une forme complète de l'intérieur du canon est réalisée en carbure de tungstène, celle-ci peut même comporter la forme de la chambre. Un cylindre d'acier plus court que le canon fini est placé sur la forme. La machine comporte 4 ou 6 marteaux qui viennent frapper à haute cadence sur le cylindre d'acier tout en tournant. Le cylindre se forme autour de la forme en carbure et s'allonge en même temps. La machine peut-être programmée pour approcher en même temps le profil extérieur. Un canon presque fini peut sortir en 2 minutes.

Les contraintes dans le métal sont énormes et là encore une élimination de ces contraintes est nécessaire.

## **Rodage du canon.**

Un rodage du canon est nécessaire pour donner le bon état de surface et s'assurer que le diamètre interne à fond de rayures est le plus régulier possible.

Cette étape est super importante dans le cas des canons 22 LR. En effet, s'il reste quelques contraintes dans l'acier, quand on enlève du métal à l'extérieur pour donner la forme extérieure au canon, le diamètre à fond de rayures augmente ! Dans un canon de 22 LR, **il faut** que la bouche soit le point le plus serré du canon. Ceci peut-être rectifié au rodage.

On enfila une baguette dans le canon, et du plomb est coulé à l'extrémité de la baguette sur une longueur d'environ 100 mm, c'est le rodoir. Celui-ci est enduit de pâte abrasive et l'opérateur très expérimenté va faire des aller retour dans le canon en insistant sur les endroits où il doit enlever du métal. Pour un canon de 22 LR, un léger cône régulier depuis la chambre vers la bouche est parfait.

Seul un opérateur hautement qualifié peut réaliser ce rodage. Compter 10 à 15 minutes par canon.

Voilà ce que je peux dire le plus rapidement possible.

Canons rayés au bidet : Border, Bartlein, Krieger (mais les canons 22 LR ne semblent pas tip-top alors que les gros calibres sont parfaits), Grunig,...

Canons rayés par olivage : Hart, Shilen, Broughton, Benchmark, Anschutz, .....

Canons obtenus par martelage : MAS, Sako, Steyer, Remington, Ruger, .....

## **Liens (Par The Pigman):**

Pour les Anglicistes:

## **Fabricants de canons**

Liste non limitative

Border barrels Ltd. (en Ecosse) : [www.border-barrels.com](http://www.border-barrels.com)

Broughton Rifle Barrels (USA) : [www.rifle-barrels.com](http://www.rifle-barrels.com)

Benchmark Barrels (USA) : pas de site Web, contacter Ron Sinema tel :00 1 360 652 2594

Douglas Barrels (USA) : [www.benchrest.com/douglas/](http://www.benchrest.com/douglas/)

Hart (USA) : [www.hartbarrels.com/](http://www.hartbarrels.com/)

Kostyshyn Precision Barrels (USA) : [www.k-bbarrels.com/](http://www.k-bbarrels.com/)

Lilja (USA) : [www.riflebarrels.com](http://www.riflebarrels.com)

Pac Nor Barreling (USA) : [www.pac-nor.com](http://www.pac-nor.com)

Shilen Rifles (USA) : [www.shilen.com](http://www.shilen.com)

Spencer Rifle Barrels (USA) : [www.spencerriflebarrels.com](http://www.spencerriflebarrels.com)

---

19/09/2008

---

## Sacs de Bench

A mon humble avis, les meilleurs sacs sont fabriqués par Edgewood.

Edgewood Shooting Bags

Ils sont vendus également par Bruno et Sinclair Int.

---

10/10/2008

---

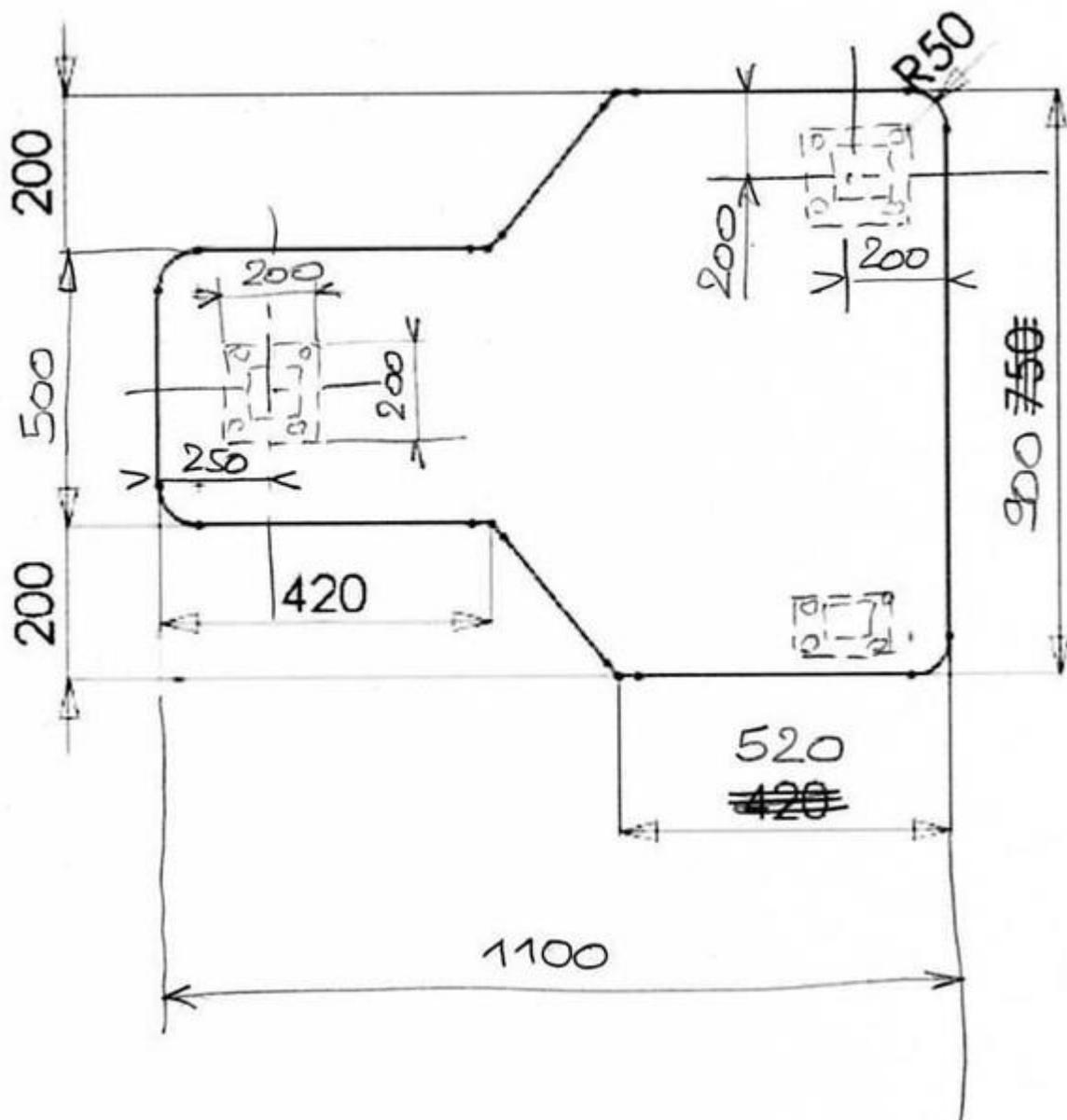
## Dimensions de table

Dikata avait (entr'autres) posté les dimensions des tables Cicognani.

Celles-ci présentent à mon humble avis quelques petits défauts aux quels il est facile de remédier:

- Partie arrière trop étroite pour poser correctement le coude.
- Partie plus large à l'avant, un poil trop courte et un poil étroite pour ceux qui chargent par la gauche (pour les droitiers) et qui posent donc leurs munitions à gauche.
- Longueur totale un peu juste.

Je propose donc le dessin suivant, fait vite fait, à la mimine comme je n'ai pas de logiciel de dessin:



By [The Pigman](#)

La table en elle-même peut-être faite de 2 façons:

- béton vibré, ferrailé, de 12 à 15 cm d'épaisseur
- bois lamellé

Les pieds sont en tube carré 100x100 mm, épaisseur au moins 3mm. Ils sont soudés sur une platine carrée 200x200mm, en acier de 4 à 5mm d'épaisseur.

Les platines sont fixées par 4 tire-fonds au 4 angles dans la table.

L'autre extrémité des pieds, en contact avec le sol, est munie d'un insert plastique qu'on trouve dans le commerce.

Une telle table en béton pèse de l'ordre de 300kg. Prévoir un transpalette pour les bouger.

Bons tirs.

#### Dimensions d'une table de Benchrest

La question sur les dimensions d'une table de Benchrest revient régulièrement.

Les règles WBSF définissent une table de Benchrest de la manière suivante :

*La table doit être construite de manière rigide, être d'une hauteur d'environ 32 pouces/812 mm et permettre à un tireur de s'asseoir.*

*Le tireur doit pouvoir régler sa propre position en hauteur grâce à un siège ou un tabouret dont la hauteur est ajustable.*

*La table doit être construite pour qu'un tireur droitier ou un gaucher puisse y tirer.*

Comme on peut le voir, ces règles sont relativement succinctes et n'imposent pas de dimensions particulières. Qu'entend-on habituellement par construction rigide ?

- La table ne doit pas vibrer au départ du coup.
- Elle ne doit pas bouger quand le tireur s'appuie dessus
- Elle ne doit pas bouger quand le voisin tire

Pour répondre à ces demandes, la table sera forcément de construction relativement lourde.

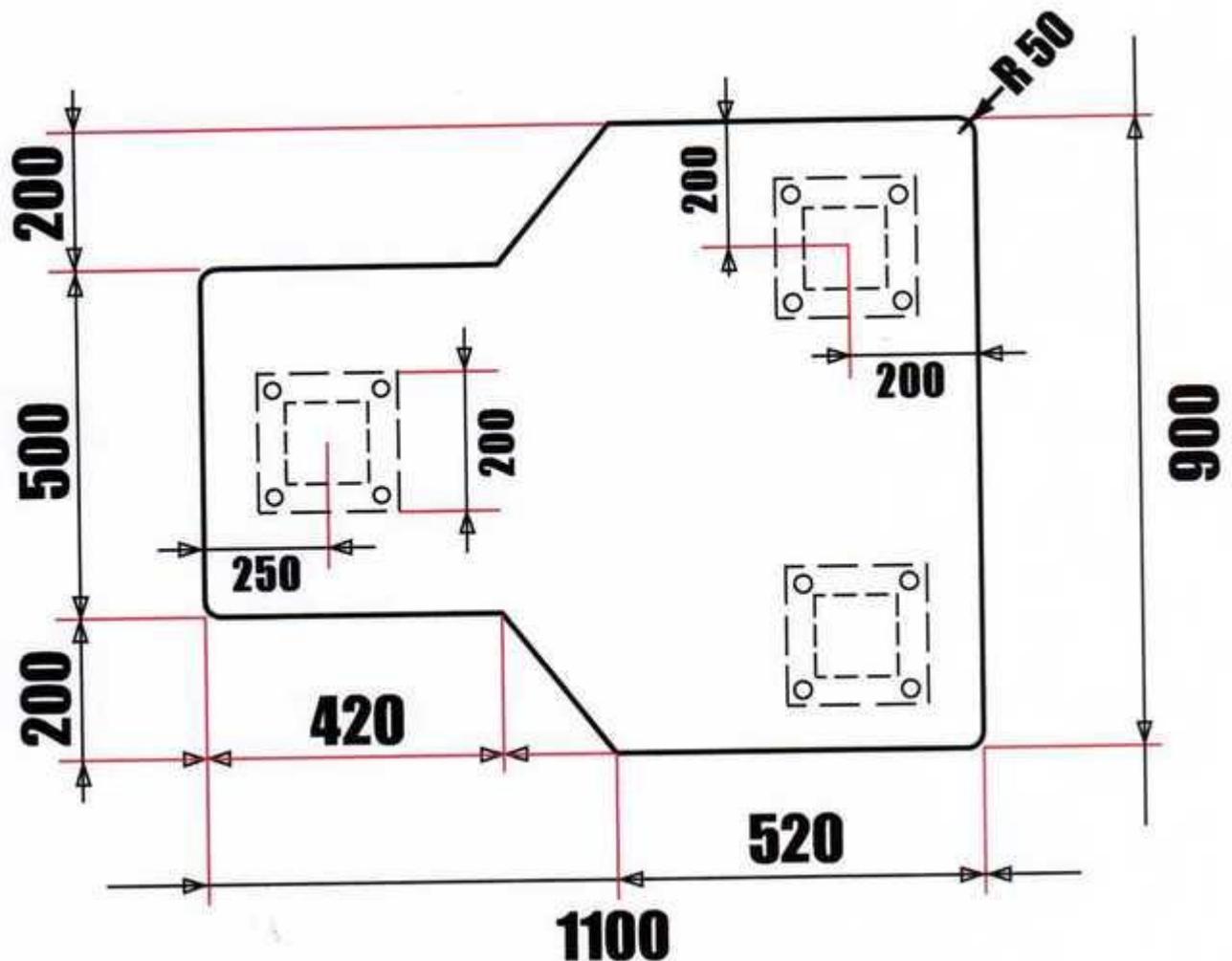
A part quelques exceptions, nos stands en France sont multi disciplines. Les tables devront être mobiles pour pouvoir les stocker dans le fond du pas de tir quand d'autres disciplines sont tirées.

Elles devront d'autre part

- être suffisamment longues pour pouvoir poser la carabine, mais pas trop pour que le tireur puisse s'asseoir soit sur le côté, soit avec une jambe derrière la table.
- Etre suffisamment large et longue de l'avant pour que le tireur chargeant par la gauche (pour un droitier) puisse poser ses munitions et ses petits accessoires.
- Etre suffisamment large de l'arrière pour que le coude du tireur soit posé sur la table et pas dans le vide.

Dans le cadre des Championnats du Monde qui se dérouleront à Volmerange Les Mines en 2011, j'ai été amené à travailler avec Jacques Mengis, Président du Club qui va réaliser à cette occasion 25 tables à dessus béton.

Voici les dimensions qui ont été définies :



By [The Pigman](#)

Je dois me rendre à Volmerange début novembre pour tester le proto.

La table elle-même sera réalisée en béton ferrillé/vibré de 150 mm d'épaisseur (pour d'autres clubs, elle pourrait très bien être réalisée en bois lamellé/collé de 120 mm d'épaisseur)

La table reposera sur 3 pieds fabriqués en tube d'acier carré de 100x100 mm, de 3 à 4 mm d'épaisseur.

Chaque pied sera muni à sa partie supérieure d'une platine de fixation de 200x200 mm, épaisseur mini 5 mm, fixée au plateau par 4 tire-fonds.

Chaque pied recevra à sa partie inférieure un bouchon en plastique ou une platine en tôle.

La hauteur finie de l'ensemble sera de 820 à 850 mm.

Le poids prévisible est de l'ordre de 300 kg, un trans-palettes est prévu pour les bouger.

---

The Pigman

Dernière édition par The Pigman le 29/10/2008, 11:11; édité 1 fois

Point(s): 1 Évaluer: [Plus](#) - [Moins](#)

Je me suis rendu la semaine passée à Volmerange pour essayer le prototype.

## Dimensions des tables de Souppes

---

Tu vois mon bon Santu,

J'ai pensé ce matin en arrivant à Souppes à relever pour toi, les cotes des tables vu de dessus.

Tout d'abord, quelques mots sur la "philosophie" de ces tables.  
Elles sont fixées au sol, reposant sur un bâti en cornières.  
Elles doivent pouvoir servir pour les tireurs de benchrest, mais aussi pour les tireurs à la poudre noire, à 50;  
100; 200 et 300 m.

Pour le Bench, c'est correct.

Pour le tir couché, il y a quelques problèmes.  
Elles sont trop courtes et trop étroites.

Même si tu tires avec le corps droit et que tu es grand, tu as les pieds qui dépassent du lit 😞  
Si tu tires avec un peu d'angle du corps par rapport à la ligne de visée, tu as la jambe à l'intérieur de l'angle qui sort de la table. 😞

Je t'ai fait un petit crobard avec les cotes. En noir les tables actuelles, en rouge les modifications que j'ose te proposer.  
En gros, il faut élargir de 20cm et rallonger de 15 cm.

By [The Pigman](#)

Vas y mon Santu, bon bricolage 😊 Et bons tirs



---

28/10/2008

---

## Colliers

### **Double screw tall versus Combi super tall**

Une bonne photo valant mieux qu'un long discours:



By [The Pigman](#)

Double screw tall au 1er plan; Combi super tall au 2ème plan

Ces colliers-là, c'est pas nécessaire de les roder.

C'est pour quelle lunette, diamètre 1 pouce ou 30 mm ?

Je ne suis pas sûr que les " Super Tall Combi" existent en diamètre 1 pouce. Ils avaient été faits à l'origine pour les Leupold Compétition en 30 mm.

Si tu les veux polis, il faut le spécifier, sinon ils sont micro-billés (satinés mat).

En vente chez Kelbly, le fabricant.

Site: [Welcome to Kelbly's precision benchrest firearms Stolle rifle actions Custom fiberglass rifle stocks Scope rings Reamers Parts and accessories Firearms Industry Super Shoot](#)

Ils prennent la carte bleue. Toujours même procédure, passer la commande par E-mail à: [jim@kelbly.com](mailto:jim@kelbly.com) ou [hobie@kelbly.com](mailto:hobie@kelbly.com), puis communiquer son N° de carte par téléphone: + 1 330 683 46 74 ou par fax (plus sûr que le E-mail): + 1 330 682 73 49

Bons tirs.

P.S. Attention, la queue d'aronde des colliers est au standard Benchrest Kelbly.

Si ces colliers sont destinés à être montés sur une culasse Anschütz, le spécifier à la commande.

Ou bien être prêt à enlever 1,27 mm à la fraiseuse sur le dessous des colliers.

Dernière modification par The Pigman ; 17/11/2008 à 18h58.

---

10/02/2009

---

# Effet du vent sur le tir à 50m

Allez les cocos, rangez vos palms, les programmes balistiques et les grosses formules 🤖

Parce que tout ça, ça s'applique en champ ouvert, libre de toute obstruction.

Ce n'est jamais le cas en 22 Hunter, avec le pas de tir couvert et fermé sur l'arrière; les portiques pare-balles; les buttes de tir et les murs latéraux 🤖

Donc, un seul crédo, tirer des "sighters" avant d'attaquer le match pour voir sur ce stand particulier, quelle est l'influence du vent 🤖 Ca varie d'un stand à l'autre 🤖

Pour s'entraîner: ne pas tirer les jours où il n'y a pas de vent, sauf pour faire de la mise au point arme/munition.

Il est impératif d'avoir des girouettes, au moins 3. Pour s'entraîner dans le vent il y a plusieurs étapes:

## 1) Tir à la condition

Repérer la condition de vent prédominante, régler la lunette, et ne tirer que dans cette condition. Tir plein centre. Cela apprend déjà à lire les indications données par les girouettes.

## 2) Tir dans 2 conditions

Laisser la lunette réglée plein centre sans vent.

Repérer les 2 conditions les plus fréquentes et évaluer les contre-visées à faire dans ces 2 conditions.

Tirer le match alternativement dans l'une ou l'autre de ces conditions avec la contre-visée correspondante.

## 3) Contre-visée à l'instinct

Laisser la lunette réglée plein centre sans vent.

S'obliger à tirer une balle toutes les minutes, **quelle que soit la condition de vent**, en contre-visant à l'instinct en fonction de l'indication des girouettes.

C'est difficile, mais ça vient vite 🤖

Passer ensuite à une balle toutes les 30 secondes, puis aussi vite que vous pouvez recharger.

## Balle lente ou rapide ?

Ben, disons qu'au voisinage de la vitesse du son, le coefficient de traînée aérodynamique d'un projectile augmente terriblement.

Comme nos balles de 22 LR sortent du canon, pour les balles de match à une vitesse tout juste inférieure à Mach 1;

Comme le coefficient mentionné ci-dessus a une grosse influence sur le déport de la balle dû au vent;

Il vaut mieux avoir une balle qui sort un peu plus doucement.

En aucun cas, la balle ne doit sortir du canon en vitesse supersonique.

Allez, bon tir les cocos, et du temps passé face à la cible et aux girouettes vaut mieux que du temps passé face au clavier 🤖

Bouche restreinte

---

12/02/2009

## Profondeur des rayures

Bah, allez, on va lacher quelques infos 🤔

Pour les dimensions qui ont la cote 🍌 en ce moment:

- Diamètre à fond de rayures: .222" soit 5,64 mm (arrondi au 1/100)
- Diamètre sur les bossages : .216" soit 5,49 mm

Donc profondeur des rayures =  $(.222 - .216)/2 = .003"$  soit 0,076 mm

Le rapport bossages et rayures est généralement de 1/3 de la circonférence pour les bossages et 2/3 pour les rayures. Donc des rayures 2 fois plus larges que les bossages.

Certains tireurs ont fait des essais avec des rayures un peu moins profondes, diamètre sur les bossages .217" soit 5,51 mm; profondeur des rayures  $(.222-.217)/2 = .0025"$  soit 0,064 mm.

Ces essais n'avaient pas été faits pour diminuer le "mordu" de la balle dans l'air, mais pour diminuer le déplacement de plomb dans la balle au moment de la prise des rayures.

Les résultats ne furent pas significatifs, impossible de conclure 🤔

---

03/05/2009

## Positions de la carabine

Nan, Scénar, 102 mm par rapport à l'axe du canon. Cote minimale imposée par certains règlement internationaux. Il serait trop long d'en discuter ici.

Mais, mais, mais, plus ta carabine est proche de la table, plus elle est stable.

A méditer mon coco 🍌

---

03/08/2009

## Collage décollage d'une culasse

Avant de partir aux USA en mai dernier, une de mes carabines 6PPC me donnait de gros soucis. Je suspectais fortement un décollage partiel de la culasse dans la crosse.

Après décollage et recollage de la culasse dans l'atelier Kelbly, la carabine tirait de nouveau très bien et m'a permis de gagner quelques dollars.

Sans être de la même ampleur, mon autre carabine (culasse Farley, crosse Scoville) commençait à présenter les mêmes symptômes, alors je me suis décidé à lui faire subir les mêmes outrages, à savoir décollage / recollage.

Au cours de cette opération, j'ai pris quelques photos, les voici:

## Décollage

By [The Pigman](#)

La carabine solidement fixée par le canon, un fer à repasser réglé à la puissance maximum repose sur les montages de lunette.

By [The Pigman](#)

Il n'y a plus qu'à attendre.

Normalement, la crosse doit se détacher toute seule par son propre poids, alors il faut mettre des coussins en dessous pour amortir la chute.

Là, au bout de 40 minutes, toujours rien ?? Le fer subtilisé à Maman n'est-il pas assez puissant ? Le bedding d'origine remonte-il un poil trop sur les cotés empêchant la crosse de sortir ?

Une toute petite pression sur la crosse et **PLOP**, la voilà sortie.

Tout de suite pendant que la vieille colle est encore chaude et un peu pâteuse, il faut la gratter, que ce soit sur la culasse ou dans la crosse. Pas le temps de photographier.

## Préparation

Ensuite, il faut boucher à la pâte à modeler les endroits où on ne veut pas avoir de colle (oui Jojo, c'est de la Fimo), et protéger la crosse avec du Tyro.

Mon pôte Carlos était venu me donner un coup de main et voir comment je faisais.

By [The Pigman](#)

Un dernier dégraissage au trichlo et c'est prêt pour le collage.

By [The Pigman](#)

## Recollage

Une petite couche sur chaque surface de résine epoxy bi-composants et c'est parti. Pour maintenir une pression à peu près égale, d'habitude j'emploie un ancien garrot d'infirmière en caoutchouc mis en tension et enroulé autour de l'ensemble. Ce jour là, impossible de remettre la main dessus. Qu'à cela ne tienne, de gros élastiques noués bout à bout feront l'affaire.

By [The Pigman](#)

Il ne reste plus qu'à essuyer les "dégeulures" de résine avec des essuie-tout et des cotons tiges légèrement humidifiés avec de l'alcool à brûler.

By [The Pigman](#)

Reste plus qu'à attendre 24 heures, pour faire quelques menues finitions. Et oui, la résine arrive quand même à se glisser dans quelques endroits où il faut pas. Un p'tit coup de Dremel par ci, un p'tit coup de X-acto par là et c'est parfait.

Au fait, oui, elle tire bien de nouveau, à tel point que j'ai eu beaucoup de mal à me décider pour choisir avec quelle carabine j'allais partir en Afrique du Sud.

Bons beddings à tous.

Scenar,

C'est l'arrière du boîtier de culasse (tang en Anglais) qui fait office de tenon anti-recul.

Bien entendu ce type de montage pourrait-être adopté pour une carabine 22 LR, pour peu que la détente soit démontable par en dessous. Cependant, je ne le recommande pas et préfère le pillar bedding.

Dans les carabines 6 PPC, pour le nettoyage, on utilise de très longs guides baguettes. L'extrémité pénétrant dans la chambre est munie d'un joint torique faisant étanchéité. Le solvant ne peut pas couler dans le boîtier de culasse.

Dans la très grande majorité des carabines 22 LR, cette étanchéité avant n'est pas possible. Quel que soit le soin pris lors du nettoyage, un peu de solvant se glisse sous l'auget et migre entre le boîtier et le bedding.

Il faut donc, de temps en temps, sortir l'ensemble canon/culasse de la crosse et essuyer le bedding avec de l'alcool à brûler.

Dans une carabine collée, ce peu de solvant migrant arriverait à décoller partiellement le boîtier de la crosse.

Bons copeaux 🤔

---

27/08/2009

---

## Réglage lunette

Tu d'abord il faut régler la mise netteté avec justement l'oculaire, donc tu dévisse le contre écrou qui est la bague moleté tu met ta carabine face a une surface très clair, moi je le fait en direction du ciel ensuite tu regarde quelques secondes le ciel puis tu regarde quelques secondes le ciel a travers ta lunette, a ce moment là tu fait le point en vissant ou dévissant l'oculaire, ensuite tu regarde a nouveau le ciel directement, puis te regarde a nouveau le ciel a travers la lunette et tu continu de faire le point.

Pourquoi je ne te dit pas de simplement regarder a travers la lunette et de faire le point avec l'oculaire sans avoir a regarder le ciel et bien tout simplement parce que si tu regarde trop longtemps a travers la lunette ton oeil va s'y habituer et tu ne sauras donc pas si le point est bon ou pas.

Ici ce que J@rod décrit, c'est la mise à ton oeil de la lunette. Si tu tires avec des lunettes de vue, tu dois le faire avec tes lunettes. Quand on a le bon réglage, le réticule doit apparaitre au premier coup d'oeil **bien net** et **bien noir**. Une fois ce réglage effectué, on ne doit en principe plus y toucher. Pour une Leupold, on part de

l'oculaire complètement desserré (dévisé) puis on serre progressivement 1/2 tour par 1/2 tour.

Ensuite pour le parallaxe s'est simple, tu te met en position de tir et tu regarde ta cible, tu tourne alors ta tourelle de gauche afin de rendre ta cible net, une fois fait et bien tu bouge ta tête de haut en bas et de droite à gauche afin de voir si le dot se déplace, s'il continue de se déplacer alors ajuste légèrement le parallaxe.

Ici, en fait on règle 2 choses, la netteté de l'image et la parallaxe. Pour que le réglage soit bon, il faut que l'image de la cible se forme exactement dans le même plan que celui du réticule. Ceci n'est possible que pour une lunette parfaitement construite et sans jeu dans le mécanisme de réglage. C'est plus difficile pour un réglage latéral que pour un réglage sur l'objectif, à cause de la came interne. Mais d'un autre côté, le réglage latéral est tellement plus pratique, plus confortable.

Là encore, comme pour les tourelles, il faut procéder pour rattraper les jeux. Je m'explique, le réglage devra se faire toujours dans le même sens et de préférence en partant de l'infini pour revenir vers les plus courtes distances.

Si tu as été trop loin et que tu as passé le bon point de réglage, il faut revenir en arrière et recommencer. Au début, ça peut prendre 3 à 4 essais pour y arriver. Après, avec l'habitude, ça se fait tout seul.

Avec certaines lunettes, tu n'arrives pas à avoir à la fois l'image parfaitement nette et le réticule qui ne bouge pas quand tu bouges la tête. Auquel cas, il faut favoriser le réticule stable par rapport à la netteté. Ne pas considérer les distances gravées sur la molette de réglage comme quelque chose de très précis. C'est juste une vague indication.

Quand la parallaxe n'est pas bien réglée, l'erreur en cible maxi possible est donnée par la valeur dont se déplace le réticule quand tu bouges la tête.

Ouf, Bons tirs Cromis 😊

Dernière modification par The Pigman ; 27/08/2009 à 19h40.

---

19/09/2009

## CN versus championnat de France

C'est marrant, dans le Bench, les ceusses qu'ont un Championnat de France sur une seule épreuve, y voudraient un Classement style Circuit National.

Et pi, les ceusses qu' ont un Circuit National, y voudraient une épreuve unique.

Va comprendre Charles ?? 😊

---

05/11

/2009

## Lunette

### Quel grossissement choisir ?

Ben, j'ai:

- 1 Sightron en x36
- 1 March en x40
- 1 Nightforce toujours réglée sur x42
- 1 March en x50

J'aime bien la March x50, mais je tire avec autant de plaisir avec les autres.

Pour le mirage, c'est un faux problème (si tu as une bande pare-mirage sur le canon), ce n'est pas la lunette qui crée le mirage.

Bien sûr, plus le grossissement est élevé, mieux tu le vois. Mais quand ça danse, ça danse de la **même valeur angulaire**, quel que soit le grossissement. 😊

---

24/11/2009

---

## Bedding d'une 2013

Ben ouaip, c'est comme ça que ça doit se faire, mais il faut 3 jours rien que pour sceller les pilars 😊

- 1 jour, avec la polymérisation, pour le scellement brut
- 1 jour, culasse retirée pour remplir l'espace pilar / crosse par le dessus
- enfin un autre jour, remplissage par le dessous

---

22/12/2009

---

## Effet Magnus

A titre de vulgarisation, si on peut dire 🤔, je vous recommande la lecture d'un article de Bill Davis, expert balisticien et créateur entre autres des balles VLD, traduit par F. Papezyk:

<http://www.ftbe.be/pdf/un%20bref%20c...balistique.pdf>

Perso, pour pas encombrer mon neurone:

- Si le vent vient de la gauche, ça part à droite et en bas
  - Si le vent vient de la droite, ça part à gauche et en haut
- pour un canon avec pas à droite.

Et y a des blasons d'essai (sighters) sur la cible pour voir comment ça fait 😊😊😊

Aurélien,

Je suis désolé, mais la dérive gyroscopique dont tu parles n'a rien à voir avec l'effet Magnus 😊

L'effet Magnus sur une balle de carabine/fusil est si faible qu'il peut tout simplement être ignoré. 😊

Non Aurélien,

- **l'effet Magnus** a été très bien décrit au début de ce post. Il est bien dû à la rotation de la balle. Comme l'a remarqué Wisigoth je crois, son effet est inverse au phénomène de dérive au vent observé. Il est si faible qu'il peut être tout simplement ignoré vis à vis des autres phénomènes et des imprécisions de calcul.

- **l'effet Coriolis** a été décrit dans un autre post. Il est lié lui à la rotation de la Terre et dépend de la latitude et de l'azimut (orientation horizontale) du tir.

Il est ignoré par certains programmes de calcul de trajectoire et ne devrait pas l'être.

- **la dérive gyroscopique** est sans doute le phénomène le plus important, puisqu'il influe sur la trajectoire sans

vent et sur la dérive au vent.

Sans entrer trop dans le détail, nos balles sont des projectiles aérodynamiquement instables, stabilisés par effet gyroscopique. Le centre de gravité se trouve derrière le centre de poussée aérodynamique.

Dès la sortie du canon, la balle est soumise à la gravité. La pointe de la balle n'est pas alignée avec la trajectoire, mais pointe un peu vers le bas. Cette augmentation de l'angle d'attaque va provoquer une dérive vers la droite avec un pas à droite et à gauche avec un pas à gauche.

Cette dérive sans vent ne dépend que des caractéristiques aérodynamique de la balle et du pas du canon. Elle est indépendante de l'azimut et de la latitude.

A noter que cette dérive s'ajoute à l'effet Coriolis.

- **la dérive au vent** est également due à l'effet gyroscopique. Quand la balle subit le vent, le gyroscope réagit en pointant la balle légèrement le nez au vent. Cette modification de l'angle d'attaque va provoquer la dérive en horizontal et en vertical que nous constatons:

Canon avec pas à droite, vent de gauche, dérive vers la droite et vers le bas. Vent de droite, dérive vers la gauche et vers le haut.

Phénomène inversé pour un pas à gauche.

Enfin, pour terminer, les marques des rayures n'ont aucune influence sur la trajectoire. La balle est entourée d'une couche limite laminaire dont l'épaisseur est bien supérieure à celle des marques des rayures.

Bons tirs 🤔🤔🤔

PS. A titre de valeurs témoins, à 1000m, l'effet Coriolis peut provoquer une dérive maximum (apparente) de l'ordre de 70mm, la dérive gyroscopique sans vent de l'ordre de 150mm 🤔

Salut mon Aurélien sur la route de .....

Loin de moi d'avoir voulu donner des valeurs gravées dans le marbre; mais des ordres de grandeur.

Si j'ai besoin de calculer quelques valeurs, j'utilise un programme en ligne:

[JBM - Calculations - Trajectory \(Drift\)](#)

Pour une balle Berger 105 gr 6mm VLD lancée à 3 000 fps (914 m/s), CB de .556 selon G1, canon avec pas de 8" à droite, coefficient de stabilité gyroscopique à la bouche  $GS=1,520$ ; en mettant le vent à 0, le programme te calcule une déviation à 1 000 yards (environ 910m) de 6.3" (160mm). Ce qui correspond à la dérive gyroscopique.

En mettant la distance maxi à 1 100 yards (1 000m à un poil de c\_l près), cette dérive est de 8.1" (205mm).

Pas trop loin des ordres de grandeurs que j'avais donnés 🤔

Pour ce qui est du TLD, j'avoue bien humblement que je ne vais jamais sur les pas de tir, pour diverses raisons qui me sont personnelles.

Ce n'est pas pour cela que je suis sans expérience.

1994, mise au point de ma propre cartouche 6mmCJL

1995, Mise au point de la 6mm CJXL. Bizarrement, cette cartouche est quasi identique au 6-6,5 x 47 Lapua 🤔



Des séries de groupements de 5 balles tirés à 600m au dessus d'un étang, avec comme seuls indicateurs de vent les risées à la surface de l'eau, avec des valeurs entre 48 et 70mm centre à centre suffiraient-ils à me faire entrer dans les tireurs de moyenne distance corrects 😊

Bons tirs, quelle que soit la distance 😊

---

16/01/2010

---

## Repenser le CN

Allez, soyons fous !!!!

Essayons de repenser le classement du Circuit National.

Fixons nous quelques contraintes.

Dans Circuit National, il y a 2 notions : Circuit et National

Circuit, ça veut dire qu'il faut aller tirer chez les copains et qu'il n'y a aucun espoir de gagner si on reste chez soi.

National, ça veut dire que les matchs doivent être répartis sur le territoire national pour ne pas favoriser une région/ligue par rapport à une autre.

D'autre part, il y a la notion de performance. Cette notion est très compliquée. Comment comparer les performances ?

- Conditions atmosphériques un jour donné en un lieu donné.
- Conditions du stand, stand tunnel vs stand complètement ouvert
- Nombre de participants : il est quand même plus facile de gagner quand il y a 15 tireurs que quand il y en a 50.

Il y a également le nombre de matchs pris en compte pour ne pas favoriser les tireurs à gros budget, mais là, il ne faut pas exagérer et savoir ce que l'on aime.

Il ne faut pas non plus que le système de classement tue les petits matchs au profit des gros.

Alors, je proposerais bien le système suivant :

- Pour qu'un match soit enregistré au CN, il doit y avoir au minimum 15 tireurs.
  - Le match doit avoir lieu sur 3 cartons.
  - Le premier du classement du match reçoit 100 points.
  - Les autres se voient attribuer des points au prorata de leur performance par rapport au 1er (% du score du 1er ). Exemple :
- 1er Dushmoll, score 785 100 points  
2ème Dugland score 782 99,6 points  
3ème Dumou Score 775 98,7 points

Comme ça, pas de problème de conditions (atmosphériques ou de stand), ni de nombre de participants. Seulement des performances comparées.

Pour le classement annuel on pourrait prendre les 10 meilleurs résultats avec addition des points attribués à chaque match ?

Doit-on limiter à 2 les résultats pris en compte sur un même stand, tout en laissant la possibilité d'organiser 3 matchs sur un stand ?

Doit-on limiter par exemple à 5 les résultats pris en compte dans une même ligue ?

Enfin, pour les mordus de l'ordinateur

- Qui fait une simulation sur les 2 ou 3 années précédentes pour voir si ça changerait quelque chose ?
- Qui écrirait l'application pour que tout cela puisse être géré automatiquement, sans trop de re-saisie manuelle ?

KISS, Keep It Simple and Stupid

## Suite 17/01/2010

Ben Jojo, si après 10 matchs, avec un classement calculé au dixième de point, il y a des exaeco, ils restent exaeco 🤖 Point barre. 😊 Si tu t'en sent le coeur, tu peux calculer la probabilité 🤖

Pourquoi faire simple quand on peut faire compliqué 🤖🤖🤖

NB: Axiome N°1 le règlement du CN doit pouvoir tenir sur une double page 🤖 Et être compréhensible même par un gars qui n'a fait que Mat. Sup. (Maternelle Supérieure)

Renaud, je ne sais pas si tu as bien compris ma proposition.

C'est la performance du premier qui fixe la base de comparaison. C'est lui qui reçoit 100 points. Tous les autres reçoivent des points selon le pourcentage par rapport à cette performance de référence, ce jour là, dans les conditions de ce stand (plus ou moins facile), et dans les conditions atmosphériques du jour.

Soient

- S1 le score du premier
- Sn le score du n ième tireur
- Pn le nombre de points attribués à ce tireur

On a

$$P_n = 100 \times S_n / S_1$$

On a donc bien là une attribution de points qui reflète la qualité des compétiteurs présents. Et comme je n'ai jamais vu un match sans que une ou plusieurs "têtes de série", comme tu les appelles, soient présents, la performance relative est valable quel que soit le nombre de tireurs.

Si certains craignent que les écarts de points soient trop faibles et affectent la **lisibilité** du classement, on peut très bien faire un "**effet loupe**".

Avec une "loupe" de grossissement 5, le 1er aurait toujours 100, mais les points tomberaient à 1 en dessous de 81% .

Par exemple, si le 1er tire 785 il y aura un seul point en dessous de 635 (soit une moyenne de environ 212 par carton)

Si G est le grossissement de la loupe, la formule devient:

$$P_n = 100 (1 - G(1 - S_n/S_1))$$

Cela ne change absolument rien, mais ça peut devenir plus lisible en multipliant par G les écarts .

Bonnes cogitations, bons tirs. 😊😊😊

Dernière modification par The Pigman ; 18/01/2010 à 16h55.

---

09/02/2010

---

## Rodage

Encore une fois, beaucoup de confusion entre feuillure et position de la prise de rayures.

La feuillure, c'est uniquement l'espace réservé pour le bourrelet de la cartouche. De l'ordre de 1,07 à 1,09 mm.

La position de la prise de rayures, avec une vraie fraise "Match" peut-être réglée indépendamment de la feuillure et donc adaptée à la munition qu'on souhaite tirer. Là on joue sur quelques centièmes de mm.

Alain, dans ton canon Lilja, tu as une **chambre neuve**, avec une **prise de rayures neuve** et donc une **râpe à fromage neuve**.

Les petites stries transversales font que ta cartouche a du mal à "rentrer dans les rayures". Tout ça est très normal. Il est même possible que tu ne puisse pas extraire une cartouche chambrée non tirée, la "râpe" retenant la cartouche, les extracteurs sautent le bourrelet.

Il te faut donc "roder" à nouveau ton canon 😊 Puisque ce que tu rodes, c'est la prise de rayures, pas le canon. Recommencer donc la procédure tir/nettoyage décrite par ailleurs.

Tu verras que progressivement, au fur et à mesure que la prise de rayures se polit, la force nécessaire à fermer le verrou va diminuer.

Bon 2ème rodage 😊😊😊

---

04/03/2010

---

## Couple de serrage

Ma petite expérience est totalement opposée 😞

Avec un bedding parfait, je n'ai jamais trouvé aucune différence entre 4 et 6 Nm.

Je serre mes 2 vis à 4,5 Nm.

Par contre, les carabines où le bedding n'a pas été réalisé avec la culasse, ou sans bedding, sont sensibles au couple de serrage. Il est souvent dans ce cas intéressant de serrer un peu plus la vis avant.

Dans le cas de not'Jojo, vu qu'il est lui qui a réalisé le bedding, avec sa propre culasse, il devrait être parfait 😊 Je ne pense pas que la modification du couple de serrage, à l'intérieur de la fourchette mentionnée plus haut change quoi que ce soit 😊

Le réglage du tuner ne devrait pas changer non plus 😊

## Pillar bedding sur Anschutz

Le tenon anti-recul, sorte de clavette transversale fixée dans la crosse.

Je vais peut-être dire une bêtise, vu qu'ça fait un boût d'temps que j'ai pas fait de bedding sur une Anschütz.

Il me semble que le diamètre maxi du pillar arrière est de l'ordre de 12 mm, a cause du fameux tenon.

Celui avant peut aller jusqu'à 16 mm sans aucun problème.

De préférence, pour un bon accrochage de la résine, les piliers seront munis de gorges sur l'extérieur et moletés. Bien dégraisser avant scellement.

Percer les trous dans la crosse avec un jeu de 1 mm au rayon pour laisser la place à la résine époxyde lente et compenser de petites erreurs d'entraxe.

Comme j'ai déjà du l'écrire, le scellement des piliers est ce qui prend le plus de temps (3 jours):

- Scellement des piliers 1 jour, mais souvent il reste des trous 😞
- Remplissage de ces trous par le dessous, 1 autre jour
- Remplissage des trous par le dessus, encore un autre jour.

Bon courage 🙏

---

14/03/2010

---

## Tenex

Ben nan, t'incline pas, ou pas trop sinon tu vas tomber 😞

Au niveau fabrication, les machines ne produisent que de la Tenex.

C'est seulement après, en fonction des résultats au tir dans les tunnels balistiques, que les lots sont classés en Tenex, Match ou Team et mis dans les boîtes correspondantes.

Il y a 2 ans, je n'étais pas trop sûr pour la Team, maintenant j'ai eu confirmation.

Comme les Chinois ont passé d'énormes commandes de Tenex et de Match, ..... 😞

---

20/03/2010

---

## Course du percuteur

Et moi, je persiste à penser que c'est bien là la différence.

De toute façon, il y a un seul Juge de Paix, c'est la mesure de la course du percuteur.

Comment se mesure cette course, vous allez me dire ???

Tout à fait à l'arrière du verrou, il y a un petit bitonniau qui dépasse, c'est l'indicateur d'armement.

Il est chromé avec une petite bague rouge sur les culasses modernes.

Il est chromé et un peu plus gros sur les 54 à sécurité drapeau.

Le verrou dans la culasse, mesurer de combien il dépasse quand le verrou est désarmé Longueur L1 (environ 1 mm)

Verrou en position armé, levier de verrou baissé, prêt à tirer; mesurer le dépassement Longueur L2

Course de percuteur C = L2 - L1

Pour une culasse moderne, C = 4,2 mm environ à quelques centièmes près  
Pour une 54, C = 5,75 mm environ.

Lorsqu'on change la détente, il est important de vérifier cette valeur.

---

## Pillars

Pas de rondelle avec des pillars.

Juste un peu de graisse, de préférence chargée au cuivre ou au lithium sur les filets des vis et sous la tête.

Comme déjà dit de nombreuses fois, mon couple de serrage est de 4,5 Nm 🤔

Si ton bedding est bien fait, entre 4 et 6 Nm, tu ne devrais voir aucune différence en cible .

Bons tirs 🤔🤔🤔

---

07/04/2010

---

## Sûreté latérale

T'aurais mieux fait de virer la sureté latérale.

C'est facile à faire.

Et en plus elle sert à rien:

- T'as déjà la sureté drapeau que tu ne peux pas enlever. A moins que tu ne portes ceinture et bretelles 🤔
- Et pi, la meilleure des suretés, c'est verrou enlevé tant que tu n'est pas prêt à tirer.

En tout cas, bons tirs 🤔🤔🤔

---

19/04/2010

---

## Lecture des girouettes

+1 KISS (Keep It Straight and Stupid) 🤔

---

26/04/2010

---

## Température des balles

Entre 15 et 25 °C pas de problème.

Elles aiment pas le froid surtout. 🤔

---

03/05/2010

---

## Rodage des canons

Après avoir lu les posts de la semaine dernière, je pense qu'il y a un peu de confusion autour du mot **Rodage**

En fait, il existe 2 opérations qui en Français se traduisent par le mot rodage, d'où la confusion.

Le premier Rodage (lapping in English) est la dernière opération dans la fabrication des bons canons de match. Cette opération se fait avec un rodoir en plomb, coulé dans le canon et qui est enduit d'une pâte abrasive. Un opérateur très expérimenté fait ce rodage. C'est son doigté qui permet de faire des canons légèrement et progressivement coniques pour les canons de 22LR.

Cette opération ne peut pas se pratiquer après coup sur un canon fini, car ça "ouvre" les 2 extrémités, comme dans un tromblon. C'est pourquoi dans un canon brut et neuf, on coupe environ 7 cm à la bouche et 3 cm coté chambre.

Egalement, l'état de surface à l'intérieur du canon n'est pas un poli miroir, mais de très légères stries longitudinales. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, un poli miroir provoque un emplombage rapide.

En conclusion, cette opération n'est pas à faire par un tireur, même très bon bricoleur.

Le second Rodage (Breaking in, in English) est à faire par le tireur qui a reçu un canon neuf. Cette opération a été décrite sur ce forum et consiste principalement à roder le cone de prise de rayures.

---

10/05/2010

## Comptage des mouches

Ben le fait de compter un point supplémentaire pour chaque mouche a été une idée des Pères Fondateurs du 22 Hunter en France.

Je souscrit totalement à cette idée, le but ultime de notre "jeu" n'est-il pas de tout mettre au milieu ????? Avec les systèmes Anglo-saxons un gars qui tire 248 + 17 est battu par un gars qui tire 249 +10 Est-ce bien normal 😊

Nous avons défendu ardemment la notion de point supplémentaire au niveau international, ainsi que la cible métrique. D'après les derniers bruits parvenus à mes petites oreilles, il y a peut-être une chance que notre position soit adoptée par la WBSF pour les prochains Championnats du Monde.

Donc, affaire à suivre 🙄🙄🙄

Dernière modification par The Pigman ; 10/05/2010 à 20h12.

---

18/05/2010

Comme dit un grand tireur US: Si tu penses que c'est bien, alors fais le 😊

---

20/05/2010

## Règlement 22 Hunter

Encore une fois, il n'est pas dans l'esprit du 22 Hunter de pondre un règlement de 27 pages comme dans certaines autres disciplines.

Il n'est pas question de devoir se déplacer avec un avocat pour pouvoir tirer 😊

Le règlement est volontairement gardé aussi simple que possible. Il doit tenir sur une double page A4.

Au paragraphe 5 "Armes", alinéa 5.2, il est dit:

### **Poids maximum de 6,350 kg (14 livres)**

Ce qui veut dire que à tout moment du concours, les officiels peuvent appeler un certain nombre de tireurs et peser leur arme. Par exemple, à la fin du tir d'une série on appelle quelques tireurs pris au hasard et on pèse l'arme telle qu'elle a été retirée du pas de tir. Poids maximum 6,350 kg. Il est admis une tolérance de 15 g pour tenir compte des erreurs dues à la balance.

Bons tirs, sans prise de tête 😊

---

## 21/05/2010

---

### Réglage Tuner

Quelques petites remarques:

- Etant données les déflexions horizontales, il semble qu'il y avait pas mal de vent 😞 Pas facile de régler un tuner dans ces conditions !! Aviez-vous mis des girouettes ??

- Pour le réglage du MBT, il faut l'avancer par incrément de 10 mm. Il me semble, au vu des résultats que vous n'avez pas fait beaucoup d'essais ?? Il en faut au moins 8 , donc sur 80 mm pour avoir une bonne idée.

- Pour terminer je referais des tirs de 5 cartouches entre par exemple 120 et 135 , tous les 2 clics.

- Enfin, les sensations du tireur comptent beaucoup. Quand on est au bon réglage, les balles semblent moins sensibles au vent .

Bon courage 😊

---

## 25/05/2010

---

### Réglage du tuner

Ben, si on en croit les Grands Gourous américains, Bill Calfee entre autres, une fois que tu as trouvé le "bon réglage", celui-ci devrait convenir pour la majorité des munitions qui tirent dans la même gamme de vitesse (par exemple de 1040 à 1080 fps).

Pour ma part, je ne tire que des R50, et je n'ai jamais eu à modifier le réglage de mon tuner, même en changeant de lot 😊

---

### Influence du tuner

Il est cependant généralement admis qu'un tuner ne peut pas transformer un lot de "crotte" en un lot merveilleux 😊

06/05/2010

---

## Tuner

Depuis plusieurs années, j'utilisais un Ron Hoehn, sans bloop tube. Quand je l'ai acheté il y a 5 ans, il n'y avait pas de filetage pour monter le bloop tube.

Depuis quelques mois, j'utilise un Mid Barrel Tuner James Papas (disponible chez JPI ) et un tuner de bouche de Roger Von Ahrens ( également disponible je pense chez JPI).

[Un nouveau Tuner](#)

[Tuner de milieu de canon](#)

Bons tirs bande de p'tits curieux 🤔

---

13/05/2010

---

## Un canon = un lot de cartouches

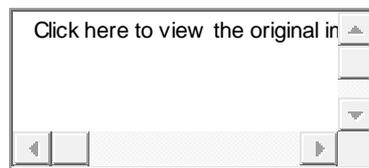
Je vois passer très souvent sur le chat des commentaires à propos des munitions qui me hérissent légèrement le poil, et le poil de cochon, c'est dur 😊

Alors pour essayer d'illustrer ce que je dis depuis des lustres, je vous joint 2 feuilles qui sont des compte rendus d'essais effectués à l'usine RUAG avec des RWS R50.

Ces essais ont été réalisés le canon serré dans un étau muni de mordaches en plomb, **sans tuner**, le but étant d'essayer de trouver un ou deux lots qui passent bien **dans mon canon** .

Les tirs sont effectués dans le stand couvert de l'usine sur des cibles électroniques Meyton:

- Tirs de quelques coups de flambage
- Tir d'un premier groupement. Si au cours de ce tir la taille du groupement passe au dessus de 17 mm mesuré sur l'extérieur ( impact calculé à 5,60 mm de diamètre), le tir est arrêté, l'ordinateur remis à zéro, et on passe au lot suivant.
- Sinon, tir de 3 groupements de 10 balles consécutifs, l'ordinateur calculant la moyenne des 3 groupements.



# RUAG Ammotec GmbH

Schussentfernung : 50 m

Bemerkung :

Rohrlaenge : 640

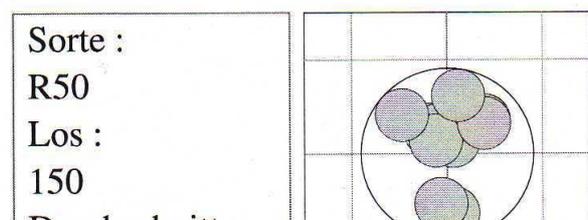
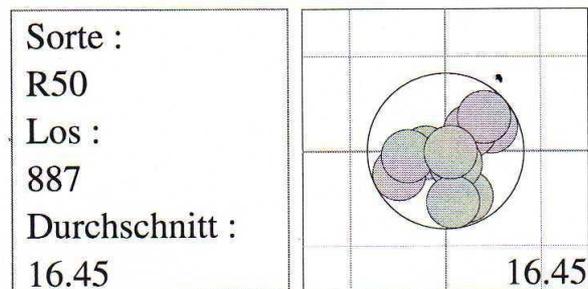
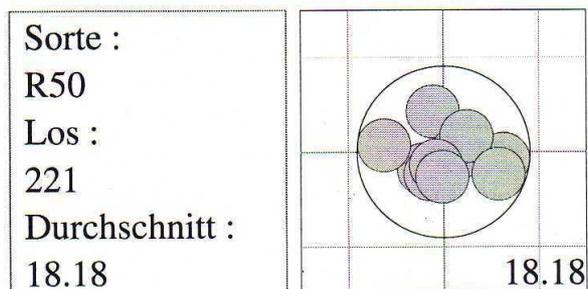
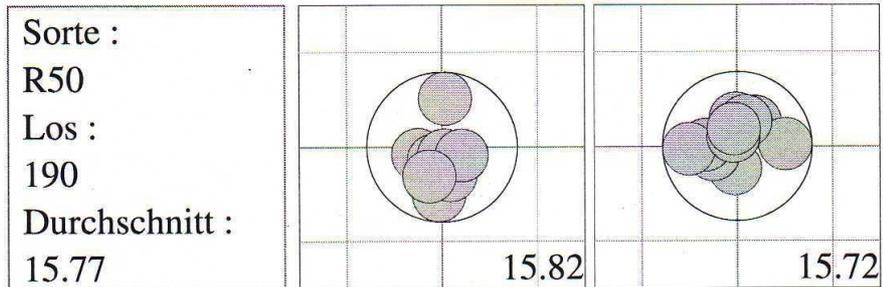
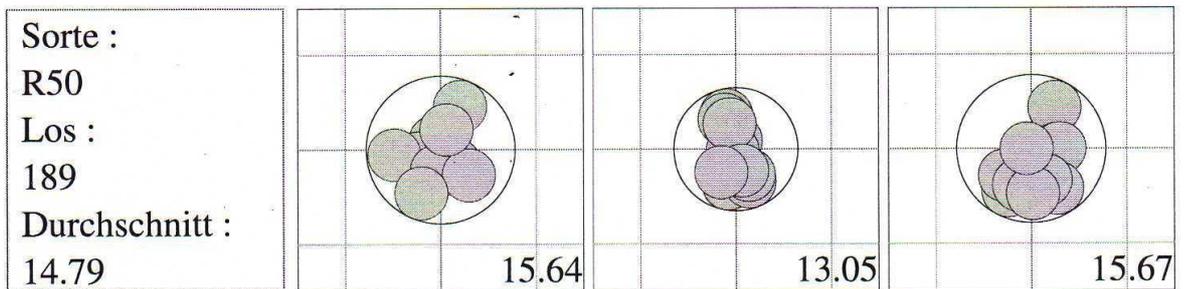
Pruefer :

Lauf Hersteller : Ansch Broughton

Pruef-Nr. :

Datum : 03.12.09

Laufnummer :



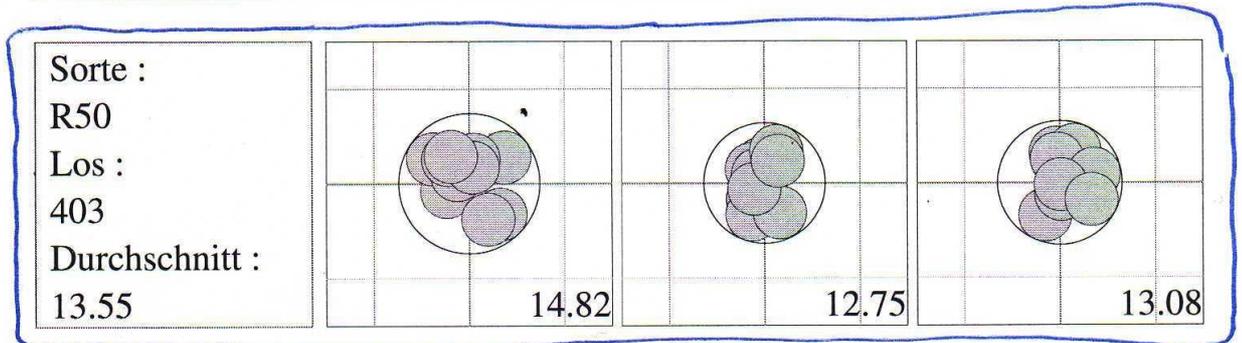
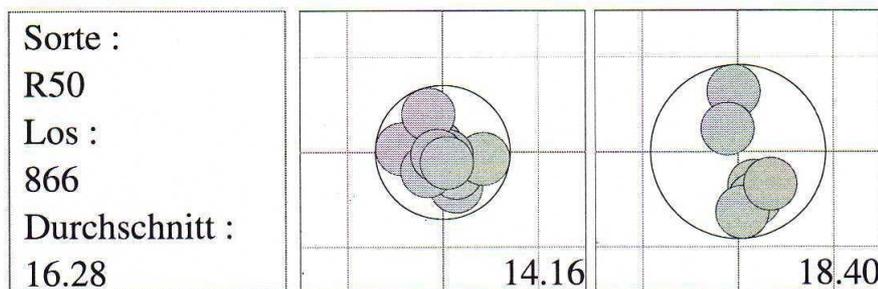
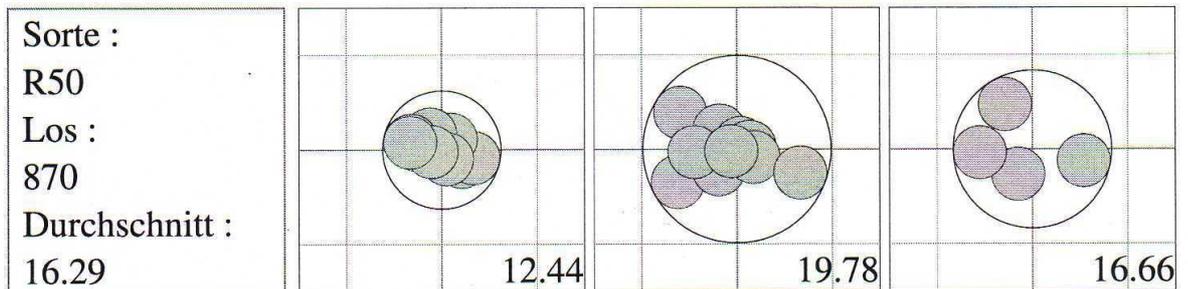
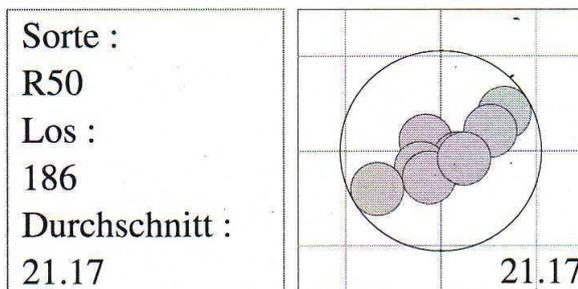


# RUAG Ammotec GmbH

JLE

Schussentfernung : 50 m  
 Rohrlaenge : 640  
 Lauf Hersteller : Ansch Broughton  
 Datum : 03.12.09

Bemerkung :  
 Pruefer :  
 Pruef-Nr. :  
 Laufnummer :



Vous pourrez voir que tous les lots ne passent pas pareil dans un canon bien particulier.  
De plus ce lot sélectionné ne passait pas dans un autre canon essayé après .

Donc, **un lot pour un canon** 🙄🙄🙄

-

Dernière modification par The Pigman ; 13/05/2010 à 20h14.

---

26/05/2010

---

## Montage collé versus pillar bedding

Le montage collé fonctionne aussi bien, sinon mieux que le "pillar bedding" dans l'absolu 🤔

Le seul problème est le nettoyage 😞

- Avec le 6 PPC ou autres cartouches à percussion centrale, les bons guide baguette comportent à l'avant un joint torique qui vient **faire étanchéité dans la chambre**. De ce fait, pour peu que l'on soit un tant soit peu soigneux, aucun solvant ne peut couler dans le boîtier de culasse.

- Avec le 22LR, cette étanchéité en tête de guide baguette est impossible.

Quel que soit le soin apporté, on ne peut empêcher quelques gouttes de solvant de couler dans la culasse, puis sous la culasse en passant par la fixation de l'auget. Quand on démonte le mécanisme de la crosse, on trouve toujours des traces de solvant entre le boîtier et le bedding. Il faut alors nettoyer le bedding avec de l'alcool et le laisser sécher avant de remonter le mécanisme dans la crosse. Ce nettoyage est à faire tout les 2 mois environ.

Le solvant avec la colle ne font pas très bon ménage. 🙄

Kelbly a fabriqué des culasses 22 LR "Stolle Swindlehurst", mais a arrêté il y a maintenant 3 ans.

Les culasses Turbo sont faites par Flash Ebert à Odessa au Texas.

Flash Ebert n'a pas voulu payer les 2 500 \$ nécessaire à obtenir une licence d'exportation.

Sur les papiers d'export, Kelbly marque donc "Kelbly" pour pouvoir utiliser sa propre licence d'exportation.

Ron Hoehn est un de mes amis aux US, je le connais depuis 1993 😊

Si c'est lui qui fait le montage pour Kelbly, j'en aurai la confirmation la semaine prochaine quand mon pote Carlos reviendra du Super Shoot, car il va poser (ou il l'a déjà posée) directement à Jim et à Ron 🤔

Quelque chose a attiré mon attention dans la copie de facture que tu as joint à ton post; c'est le terme "glue in" 😊 Ce qui laisserait supposer que la culasse est collée dans la crosse comme les carabines 6 PPC. Assez inhabituel pour une 22 LR 😊

---

02/06/2010

---

## Vitesse des balles

Par contre la munition est assez lente avec 1043 fps, ce qui donne 319 m/s  
Mais bon, ça marche comme ça.....  
Pourquoi 😊 Serait-ce moins bon quand c'est lent 😊😊😊

---

06/07/2010

---

## Position des girouettes

Ben ouaip, les girouettes doivent se situer en dessous d'un plan déterminé par le devant de la table et le bas de la cible . 😊

---

02/12/2010

---

## Réglage lunette

Reprenons le calcul:

- Les impacts sont 7 cm ( 70 mm ) trop bas et le réglage de la lunette est en butée haute.
- N'ayant pas d'autre information, on estime que la distance entre les colliers est de 10 cm (100 mm)
- La distance de tir est de 50 m ( 50 000 mm)

Comme l'avait dit le compère Xiii, il s'agit d'une simple règle de 3.  
Pour faire remonter l'impact de 70 mm, il faut remonter le collier arrière de

$$70 / 50\ 000 \times 100 = 0,14 \text{ mm}$$

En doublant cette valeur et même en mettant 0,30 mm de cales, l'impact devrait s'établir 80 mm au dessus du point visé, ce qui permettra de cliquer vers le bas.

Quand à savoir quel angle représente ces 80 mm:

$$80 / 50\ 000 = 0,0016 \text{ radiant}$$

$$0,0016 \times 180 / \text{Pi} \times 60 = 5 \text{ MOA } 1/2$$

Bons tirs et vide pas toutes les canettes 😊😊😊

---

21/01/2011

---

## Essence C

Pas besoin de les laisser tremper, il faut juste les rincer.  
Je met l'essence dans une fiole à bouchon verseur.  
Je tiens la baguette verticalement, la brosse vers le bas.  
Je fais couler un peu d'essence en la versant 10 cm au dessus de la brosse.

Et voilà, c'est tout 🤔

## Conicité

Salut Nico,

Pour bien tirer, un canon de 22 LR doit avoir une certaine conicité interne.

La bouche doit impérativement être l'endroit le plus serré du canon, la chambre (ou juste à la sortie) l'endroit le plus large.

Dans ton cas, il n'y a donc que des avantages, et aucun inconvénient.

Cela n'a normalement aucune influence sur le choix des munitions.

Il reste à trouver **le bon lot** de cartouches qui passe bien **dans ton canon**.

Bons tirs, avec plein de mouches. 🤔

---

18/02/2011

## Canons courts et canons longs

A mon humble connaissance, les canons courts ne sont pas plus "choqués" que les canons longs. 🤔

Certains, même moins puisqu'ils n'ont pas le renflement en boût du canon et que c'est ce diamètre supérieur qui provoque le rétrécissement du diamètre interne du canon quand ils sont rayés par olivage.

Les spécialistes du BR 22LR aux USA s'accordent pour penser qu'une longueur de 24" soit 610 mm est une bonne longueur.

Mais, sur les canons US, le rétrécissement à la bouche est obtenu par rodage à l'aide d'un rodoir en plomb et de pâte abrasive.

2 petites réflexions :

- Pourquoi ne voit-on pratiquement plus aucun canon court sur le circuit ISSF au plus haut niveau ?? 🤔

- Plusieurs de nos amis du sud, dont 314, sont allés 3 ou 4 fois au moins chez RWS pour sélectionner des lots de cartouches. A chaque fois, ils ont emporté au moins une douzaine d'ensembles canon/culasse pour faire les essais pour différents tireurs.

A chaque fois, je dis bien à chaque fois, ils ont été capables de trouver au moins 2 lots qui passaient bien dans les canons longs. Par contre, pour les canons courts, ils ont eu beaucoup de mal à trouver un lot correct; quelquefois même aucun lot 😞

Quand à mesurer la vitesse, il faut un excellent chrono. Les Chrony pas chers ne sont pas du tout fiables, la vitesse mesurée variant énormément avec l'éclairage; un nuage qui passe devant le soleil, et la vitesse varie de 30 m/s 😞

J'utilise moi-même un Oelher 35 avec base de mesure triple de 4 pieds de long (1,219 m) , mais ça vaut le prix de 3 ou 4 Chronys 🤔

A ce propos, je n'ai jamais retrouvé la vitesse indiquée sur les boîtes de Eley 🤔

Bons tirs 🤔🤔🤔

---

12/06/2011

---

## Valeur des clics de lunette à 50 m

Tarkus a posé la question dans le chat de savoir la valeur d'un clic à 50m pour une lunette équipée de tourelles en 1/8 MOA.

1) MOA signifie Minute of Angle, et là presque tout le monde parle Anglais puisque ça signifie Minute d'Angle



2) La formule est  $d = \text{distance en mm} \times \sin 1/8 \text{ MOA}$

3) Pour les très petits angle, on peut confondre la valeur du sinus, de la tangente avec le valeur exprimée en radiants.

4) Sachant que  $180^\circ = \text{Pi}$  radiant et qu'il y a 60 MOA dans un degré  
 $1/8 \text{ MOA} = \text{Pi} (3,14159 \text{ en 1ère approximation}) / 180 / 60 / 8$

5) pour 1/8 MOA, la valeur du clic à 50 m est donc:  
 $50\,000 \text{ mm} \times 3,14159 / 180 / 60 / 8 = 1,818 \text{ mm}$

CQFD 😊

Ce qui représente un déplacement du mécanisme interne de la lunette de moins de 3,5 microns ( tube porte réticule ) 😊 Autant dire que le mécanisme interne doit-être parfait, ce qui n'est pas toujours le cas

---

09/07/2011

---

## Calcul des points du circuit

Mes chers amis,

N'oubliez pas que les calculs sont faits sur une feuille de calcul Excel 😊

Pour chaque match le calcul du nombre de points CN est fait avec une formule.  
Ce nombre de points est arrondi pour être affiché sans décimale.  
Par exemple 120,54 est arrondi et affiché 121 .

Par contre, pour les calculs suivants Excel garde le nombre 120,54 en mémoire.

Sur la feuille récapitulative, ce sont les valeurs avec décimales qui sont prises en compte, et seul le total est arrondi.

Si vous avez Excel livrez vous à ce petit exercice:

- Entrez les valeurs 120,54 112,60 et 124,58
- Faites en la somme et vous devez trouver 357,72

- recopiez cette ligne un peu plus bas
- a l'aide de "Format cellule" choisissez Nombre, 0 décimales puis validez.
- la ligne doit s'afficher 121 113 125 total=358

Et c'est là le bîns apparent parce que  
**121+113+125 = 359**

Et oui, le total n'est pas le total des points arrondis de chaque match.

**C'est le total arrondi des points avec décimales.**

Elle est pas belle la vie ??? 🤔🤔🤔

---

11/08/2011

---

## Tourelles et volants sur lunette Weaver

Ce ne sont pas des tourelles, mais seulement des volants de forme différente. 😊

Le premier jeu de volants et de forme cylindrique est celui qu'on utilise en 22 Hunter. On peut remettre le couvercle par dessus pour éviter que quelqu'un touche au réglage.

Le deuxième jeu est de forme tronconique, plus gros au sommet. On ne peut pas remettre le couvercle par dessus. 😊

Si ma mémoire est bonne, il était destiné à la silhouette métallique, où on touche constamment aux réglages et où le volant plus gros apporte un plus. 🤔

Ces volants n'ont aucune influence sur les clics de réglage. 🤔



05/09/2011

---

## Absence d'explication

Ben, y a pas trop d'explications pragmatiques ou scientifiques ?? 🤔  
C'est simplement comme ça.

Quand les queues de girouettes pendouillent lamentablement, c'est la condition la plus difficile à tirer 😊 Un coup en haut, un coup en bas. 🤔

Couches d'air laminaires de densité différente et qui ne se mélangent pas ?? 🤔  
Réfraction des rayons lumineux au passage de la limite entre ces couches d'air, provoquant des mirages lents pratiquement invisibles à l'oeil 😊

Je hais quand il n'y a pas du tout de vent 😡

Maintenant, 257 à 259, il n'y a pas de quoi se prendre le chou 🤔

Quand est-ce qu'on vous voit sur les Concours du CN ??? 🤔

---

## ANNEXE 2

### Les aventuriers du groupement perdu...

Qui n'a pas cherché le meilleur groupement possible pour sa carabine ou son pistolet en 22 LR ? Sacré Grâal pour des générations de tireurs de haut-niveau ou de loisir et pourtant toujours les mêmes interminables questions qui reviennent cycliquement au fil des ans. Je ne pense pas détenir la vérité sur ce sujet si souvent controversé. Je vais simplement essayer de vous faire part de mes recherches mais aussi de celles d'autres entraîneurs et tireurs. Ainsi vous trouverez « peut-être » une solution qui vous convienne mais surtout que vous pourrez vraiment mettre en application sur le terrain.

Le test classique que la Fédération Française de Tir utilise depuis très longtemps pour sélectionner les munitions des tireurs de haut-niveau consiste à apporter les canons à l'usine et à les passer tous à l'étau avec différents lots de cartouches. En fonction du meilleur résultat obtenu, le meilleur lot est attribué en dotation au tireur. Mais cette solution n'est quand même pas à la portée de tout le monde...

Alors que faire ? Je vais vous expliquer ma démarche actuelle. Tirant du 22 Hunter, c'est-à-dire dans une position de Bench-Rest à 50 mètres avec de la 22 LR, la remarque qui revient régulièrement par certains puristes sur le terrain est : « Le groupement à l'étau n'est pas celui du tir, donc ce n'est pas la bonne solution ». Certes, certes... Alors je suis reparti à la case départ. Hop, j'ai pris quelques lots de munitions et je suis allé les tester d'abord à l'étau et ensuite en position « Bench ». Ceci dit en passant, quand vous commencez à faire des tests, il faut avoir une certaine quantité de munitions car elles se consomment très vite...

Je n'ai pas un canon sélectionné mais simplement acheté chez un armurier comme n'importe quel tireur. Ma carabine est une Anschütz 1916, modèle classique et donc abordable pour tout le monde. Comme optique, j'ai monté une Leupold, grossissement 40. Trois types de munitions ont été testés : RWS R50, Eley Tenex Ultimate et SK Match. Bien sûr vous allez me dire que c'est déjà du haut de gamme ! Oui mais si on veut faire quelque chose de sérieux, il faut quand même en passer par là pour obtenir une certaine régularité, que la munition haut de gamme confère.

Dans un premier temps je suis allé à l'armurerie Recht et j'ai testé à l'étau les différents lots. J'ai retenu six lots de R 50, 2 lots de Tenex et 3 lots de SK Match. Pourquoi y- a-t-il plus de RWS ? Tout simplement parce que ces dernières années, la production a été meilleure chez RWS que chez les autres encartoucheurs.

Le protocole de test mis en place a été le suivant : 5 coups de flambage et ensuite trois groupements de 15 coups à l'étau. Le choix de 3 x 15 coups s'explique par le fait qu'il se rapproche le plus des situations réelles car il donne l'image la plus représentative possible d'un match. Si vous testez seulement sur 10 coups cela ne représente strictement rien. Vous pouvez avoir une superbe image sur 10 coups qui se dégrade ensuite et comme un match est beaucoup plus long...

La mesure H + L extérieur permet de faire un premier « classement » et de déterminer une certaine tendance.

Comme annoncé en début d'article, la deuxième phase a été de faire des groupements avec les mêmes lots en position Bench-Rest. J'ai pu faire ces tests au stand de Draguignan dans le Var, qui a la particularité d'être couvert donc semblable aux conditions du tir à l'étau en tunnel, avec des tables de tir adaptées.

Par contre, je n'ai fait qu'un groupement unique de 30 coups pour des raisons d'organisation sur place. Les 5 coups de flambage ont été faits directement dans la butte de tir. Vous allez donc voir en parallèle le test sur étau et le test avec appui à la lunette.

Les résultats parallèles des tests à l'étau et avec appui à la lunette sont les suivants (N.B. les mises à l'échelle n'étant pas respectées, il convient de ne pas s'attacher aux dimensions des groupements mais à leur allure générale) :

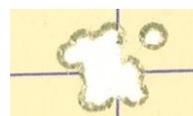
**Tir à l'étau** Lot RWS R50 N° 446GX261

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



**Tir avec appui**

30 coups



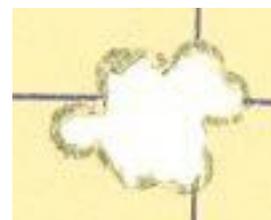
**Tir à l'étau** Lot RWS R50 N° 536WX382

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



**Tir avec appui**

30 coups



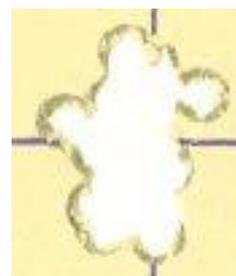
**Tir à l'étau** Lot RWS R50 N° 416IX319

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



**Tir avec appui**

30 coups



**Tir à l'étau** Lot RWS R50 N° 587GX275

**Tir avec appui**

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



30 coups



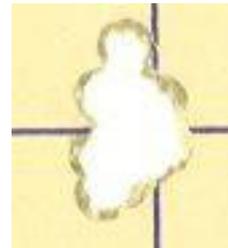
**Tir à l'étau** Lot RWS R50 N° 607IW270

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



**Tir avec appui**

30 coups



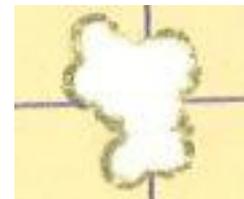
**Tir à l'étau** Lot RWS R50 N° 427GX258

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



**Tir avec appui**

30 coups



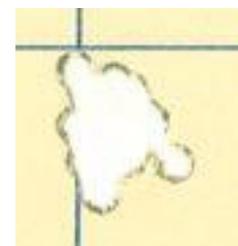
**Tir à l'étau** Lot Tenex Ultimate N° UGU4336

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups



**Tir avec appui**

30 coups



**Tir à l'étau** Lot Tenex Ultimate N° UJ1146

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups

**Tir avec appui**

30 coups

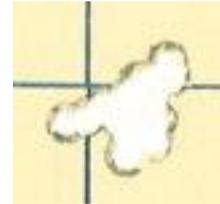


**Tir à l'étai** Lot SK Match N° 05839/10983

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups

**Tir avec appui**

30 coups

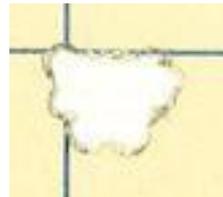


**Tir à l'étai** Lot SK Match N°05839/10514

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups

**Tir avec appui**

30 coups

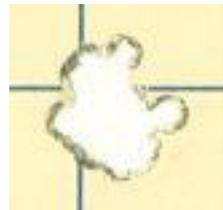


**Tir à l'étai** Lot SK Match N°03539/20542

Flambage 15 coups    15 coups    15 coups

**Tir avec appui**

30 coups



Intéressant non ? Alors comment peut-on comparer ces deux types de tir ?  
 En tout cas pour moi une évidence saute aux yeux : il y a une similitude entre les deux tests, qui fait ressortir la tendance générale significative de l'image du groupement. Quand le groupement est vertical à l'étai, le tir avec appui donne souvent une image très proche, etc. Par contre, on observe à la mesure des groupements, des valeurs un tout petit peu plus importantes pour le tir avec appui. Il ne s'agit pas présentement de déterminer quel lot de munition est LE meilleur, toutes

marques confondues, mais de tirer des enseignements sur les tendances générales des tests, dans des situations qui peuvent sembler très éloignées. En effet, si les tests des munitions revêtent une importance si capitale dans la performance, si la France comme d'autres nations prennent le soin de priver ses meilleurs tireurs de leur matériel durant quelques semaines le temps d'aller les tester en usine, c'est qu'il est depuis de nombreuses années admis et démontré que le couple « canon- munition » est unique et qu'il n'y a pas de généralités, que des exceptions. Un lot X qui donnera des groupements faramineux avec le canon du tireur A, passé dans le canon du tireur B, donnera des groupements catastrophiques.

Comme je vous l'ai dit en préambule, il y aura toujours un parti pris des partisans du tir à l'étau et ceux du tir en situation. Il est évident que lorsque l'on teste à l'étau, le fait de serrer le canon modifie les vibrations de l'arme donc du groupement. En situation, il y a toujours le facteur humain qui rentre en jeu. Par contre, et là les tireurs qui ont un peu réfléchi sont unanimes, il faut une exigence énorme sur la régularité des pressions exercées sur l'arme. Que ce soit en position « Bench » ou lors des tirs « ISSF », en situation normale de tir, la plupart des erreurs proviennent d'une faute de tenue. Les tireurs cherchent souvent une excuse avec le vent mais très fréquemment ils ne se remettent pas assez en cause au niveau de ce point technique. J'ai essayé en position « Bench » à peu près toutes les tenues possibles pour voir ce qui se passait avec la 22 LR. D'une tenue « inexistante » où l'on ne fait qu'appuyer sur la queue de détente à une tenue « forte » de la main et de la joue, les écarts en cible peuvent être de plus de 5 cm à 50 mètres... Avec des tenue « très légères », les groupements sont souvent assez bons mais inexplicablement il y a des balles qui sortent loin. Avec une tenue plus « ferme », les groupements sont plus réguliers.

Mais il ne faut pas oublier qu'il y a aussi le facteur du canon qui rentre en jeu. L'usure et nombre de paramètres supplémentaires font que chaque carabine a sa propre tendance. La grande question « métaphysique » du tireur sur le nettoyage se pose également. Là aussi les avis des meilleurs peuvent diverger. Avec un peu de recul et de neutralité, on se rend compte qu'un canon neuf supporte mieux d'être nettoyé souvent. Lorsqu'on nettoie un canon rodé voire un peu usé (ce qui ne l'empêche pas d'être précis), il lui faut « un certain nombre de coups tirés » pour retrouver sa régularité. Donc plutôt que de faire comme le « meilleur » du moment, il est nécessaire de faire ses propres essais pour connaître son canon et surtout ne pas oublier qu'il évolue dans le temps.

Voilà donc, ce que je peux analyser avec « mon canon », je le répète. Les tests effectués confirment la tendance générale de ces dernières années, sur certains lots de R50 qui donnent de meilleurs résultats. Les Tenex sont assez irrégulières (par contre cette année, il paraît qu'il y a une bonne production). Quant à la SK Match, son rapport qualité-prix en fait une bonne alternative dans le choix final. Mais n'oubliez surtout pas que si vous voulez vraiment faire de tout petits groupements, il vaut mieux tirer à l'extérieur avec un petit vent porteur...

Dans le prochain numéro, vous aurez une autre méthodologie de recherche avec le duo de choc Gilles Muller et Valérian Sauveplane.

Mais je laisse maintenant la plume à Jean-Louis Espinet, tireur internationalement reconnu sur le circuit Bench-Rest qui a eu la gentillesse de détailler une de ses recherches.

Jean-François Raybaut

## À la recherche du groupement merveilleux ...

Nous sommes les Chevaliers de la cible ronde et il nous a été confié la plus importante des missions : « la recherche du groupement merveilleux ».

Pour les Chevaliers de la percussion centrale, la tâche est facilitée : ils peuvent jouer avec le type de poudre, la dose magique de celle-ci. Une fois la balle enchantée trouvée et le bon enfoncement déterminé, le Chevalier est tout près du groupement merveilleux, et il lui reste à se battre contre les démons éoliens.

Pour nous autres, Chevaliers de la percussion annulaire, l'alchimie de la mise au point des munitions nous est interdite, il nous faut tirer les cartouches 22 LR telles qu'elles sont produites par les enchanteurs Eley, Lapua, RWS, SK ou autre.

Quels sont les moyens à notre disposition pour nous approcher de notre groupement mythique ?

- Il faut disposer d'une arme finement construite par un maître armurier (nous ne traiterons pas ici de la construction de ces machines à point).
- Bien entendu, nous devons avoir des cartouches qui conviennent à notre arme. Maître Raybaut a déjà décrit une façon de sélectionner des lots produits un bon jour par les « enchanteurs ». Pour ma part, j'ai pu me rendre chez « l'enchanteur » RWS en Allemagne et sélectionner 2 lots qui conviennent particulièrement bien à ma catapulte.
- Il doit-être possible de s'approcher encore plus du groupement merveilleux. Pour ce faire, les fées américaines m'ont fait découvrir, il y a déjà de nombreuses années, un petit appareil appelé **tuner** (en vente libre). En récitant des formules magiques à cette petite amulette, il est possible de réduire sensiblement la taille du groupement.

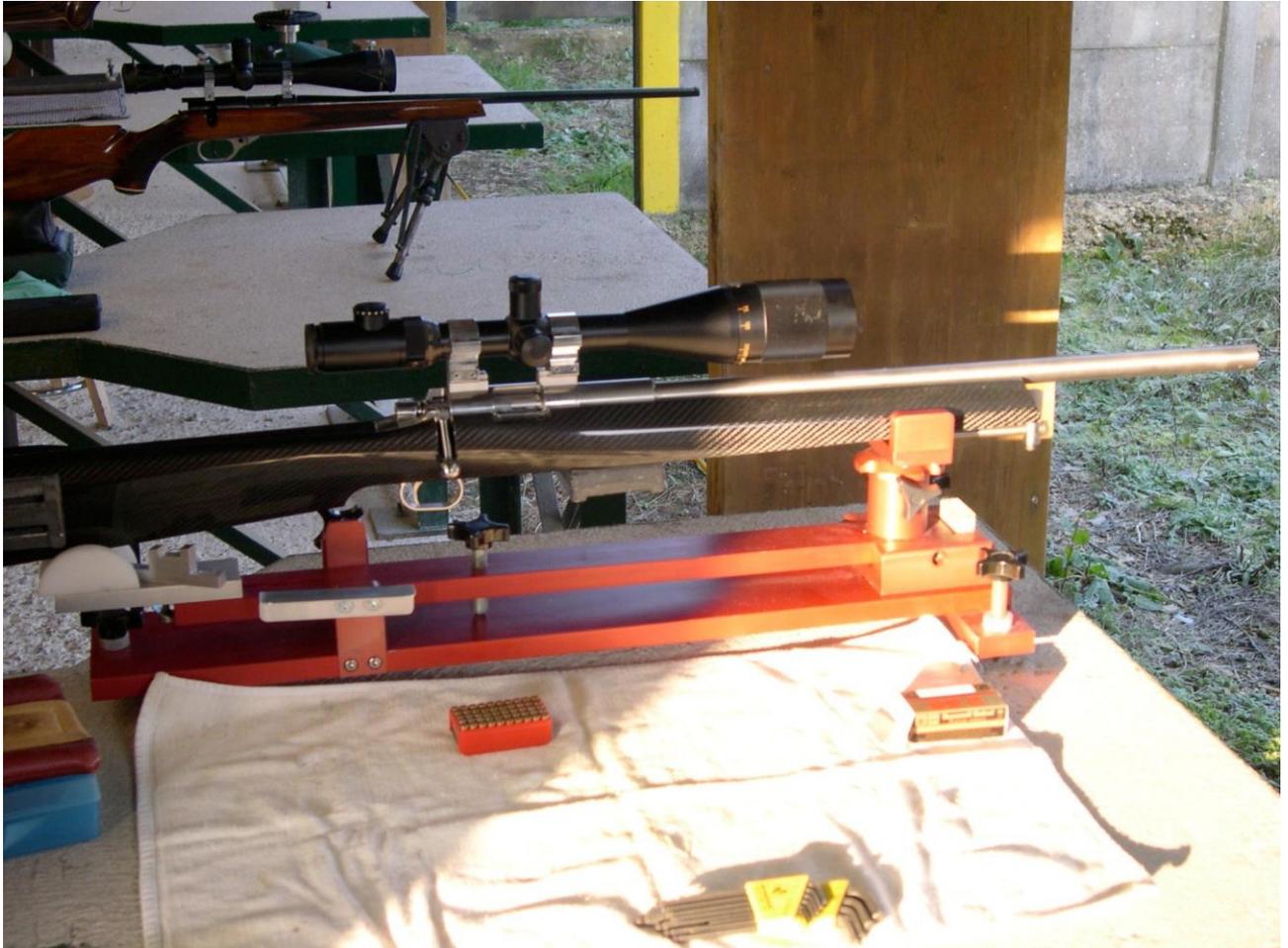
Mais fi de la chevalerie arthurienne, des fées et autres mages de la forêt de Brocéliande, revenons à notre 21<sup>ème</sup> siècle et essayons de voir ensemble quel est l'effet d'un tuner sur les groupements.

### 1. Matériel d'essai

La catapulte, pardon voilà que ça me reprend, la carabine disais-je est une arme de Bench Rest, construite à partir d'une culasse Turbo (clone amélioré d'une culasse Winchester 52 usinée dans des matériaux modernes, avec des tolérances permises aujourd'hui par les machines outils), montée dans une crosse composite carbone / balsa et habituellement munie d'un canon Broughton. Elle est surmontée par une

« grosse » lunette Nightforce 12-42 x 56 BR. Le tout est posé sur mon support mono pièce habituel.

Pour cet essai, le canon habituel Broughton a été démonté et remplacé par le canon de réserve, un Border Barrels. Ce canon est tout juste rodé, voilà une bonne occasion de voir ce qu'il a dans le ventre avec un bon tuner.



## 2. Le tuner



Il s'agit d'un tuner commercialisé par Ron Hoehn aux USA, garçon sympathique et tireur de Bench Rest, accessoirement champion du Monde en percussion centrale en 1997 à Phoenix.

Il commercialise des produits B.R., en particulier des dessus de trépiers avec billes en Delrin.

Voir : [www.hoehnsales.com](http://www.hoehnsales.com)

Je ne décrirai pas ici le principe de fonctionnement d'un tuner, un article spécifique serait nécessaire. Il suffit de dire qu'il permet de modifier le régime vibratoire de l'extrémité du canon de manière à ce que la balle sorte du canon lorsque la bouche est dans une position favorable de la vibration.

Le tuner se compose principalement d'un corps et d'un contrepoids mobile. Il est à noter que la partie la plus importante de la masse du tuner est située **devant la bouche** du canon. Le corps est monté sur le canon par un système « à pince » avec 2 vis tangentielles. Lors du montage du tuner sur le canon, il faut prendre garde de ne pas serrer ces vis excessivement. Autrement, cela peut provoquer une restriction non désirable de l'extrémité du canon.

Le contrepoids mobile se visse sur le corps avec un pas très fin, de l'ordre de 0,5 mm par tour. La position du contrepoids est repérée par des « clics » comme les tourelles d'une lunette ou les volants d'un dioptré.



Le tuner peut-être équipé de masses additionnelles qui en amplifient l'effet.

Masse du tuner seul	244 g	P0
Masse additionnelle en alliage léger	81 g	P1
Masse additionnelle en acier courte	128 g	P2
Masse additionnelle en acier longue fileté	206 g	P3
Masse additionnelle en acier longue pleine	235 g	P4

À noter que grâce au filetage de la masse P3, les combinaisons P3+P1 ; P3+P2 ; P3+P4 sont possibles. Pour ma part jusqu'à présent, je n'ai jamais eu à les utiliser.

### 3. Graduations

#### Graduations circulaires

Le contrepoids mobile comporte 25 positions, chacune étant repérée par un clic et une graduation. Ces graduations vont de 0 à 24.

#### Graduations longitudinales

Le corps du tuner porte une échelle longitudinale. Celle-ci est composée de petits traits, chaque trait correspond à un tour complet du poids et vaut donc 25. Tout les 4 tours, une graduation plus longue est repérée par un chiffre ( 1, 2, 3, 4 et 5 ). Chacune de ces graduations vaut donc 100.

Lorsque le poids est réglé au 0 longitudinal et au 0 circulaire, le poids est pratiquement vissé à fond, c'est-à-dire « rentré » à fond vers la bouche.

#### Repérage du réglage

Le repérage du réglage se fait comme sur un micromètre à l'aide des 2 graduations décrites ci-dessus.

Par exemple, si le poids est dévissé de 4 tours et 16 clics, la graduation longitudinale sera découverte à hauteur de 1 grand et 2 petits traits, soit 150.

Rajouter la valeur de la graduation circulaire soit 16 clics ;

Le réglage du tuner est donc  $150 + 16 = 166$ .

### 4. Conditions de l'essai

Les essais se font normalement un jour avec une très légère brise, la plus constante possible.

Se méfier des tunnels de tir et autres cinémas désaffectés qui peuvent être caractérisés par des couches d'air laminaires entraînant des aberrations optiques et des groupements anormalement verticaux. Les parkings peuvent également présenter des systèmes de ventilation particulièrement puissants. En parler à ceux qui ont tiré le match de Draguignan où le stand était aménagé dans un de ces parkings !!!!

Dans notre cas, l'essai s'est déroulé au stand de Souppes sur Loing, le samedi 23 décembre 2006.

La température a évolué entre 0°C le matin et 1°C à 14 heures. Le vent était variable évoluant entre 6h00 et 4h00. Un temps à ne pas mettre un tireur de BR dehors ; le

combat cessa d'ailleurs à 13h45, le tireur ayant trop froid aux doigts pour faire des lâchers corrects.

## 5. Groupements témoins

Tous les groupements dont il est fait mention ci-après sont visibles sur la cible jointe en annexe 1.

Avant de procéder au montage et au réglage du tuner, j'ai tiré 5 groupements de 5 balles avec la munition qui va servir à la procédure de réglage (RWS R50 N° de lot 538IA545).

Ces groupements tirés sur les blasons N° 1 à 5 feront référence lorsque le tuner sera réglé et permettront, par comparaison, de voir si le tuner apporte une amélioration. La moyenne des 5 groupements mesurés centre à centre est de 8,36 mm.

## 6. Choix de la masse additionnelle

Maintenant, le tuner est monté sur le canon, l'épaule interne bien en appui sur la face avant du canon.

Le poids mobile est réglé au milieu de sa course, c'est-à-dire sur 250 (dévisser de 10 tours).

Un groupement de 10 balles est tiré avec le tuner nu, puis avec chacune des masses additionnelles.

Blason 6	Tuner 250 nu	P0	Groupement 7,86 mm
Blason 7	Tuner 250 + P1		Groupement 13,39 mm
Blason 8	Tuner 250 + P2		Groupement 21,95 mm
Blason 9	Tuner 250 + P3		Groupement 9,79 mm
Blason 10	Tuner 250 + P4		Groupement 10,01 mm

Les blasons 6 et 9 sont les plus intéressants. Le tuner nu est choisi, après 2 groupements de confirmation (blasons 21 à 24). J'ai cependant noté de refaire l'essai complet un autre jour avec le tuner muni de la masse P3.

## 7. Dégrossissage du réglage

Nous allons essayer de déterminer dans quelle zone de réglage le tuner semble le plus efficace.

Pour ce faire nous allons tirer 2 balles sur un blason au réglage 0 ; sur le **même blason** 2 balles au réglage 25 ; 2 balles au réglage 50 ; 2 balles au réglage 75 ; 2 balles au réglage 100.

Sur un second blason, nous procéderons de même aux réglages 100 – 125 – 150 – 175 – 200.

Blason 11	Réglage 0 à 100	Groupement 10,68 mm
Blason 12	Réglage 100 à 200	Groupement 14,36 mm
Blason 13	Réglage 200 à 300	Groupement 6,44 mm
Blason 14	Réglage 300 à 400	Groupement 12,24 mm
Blason 15	Réglage 400 à 500	Groupement 10,69 mm

Lors du tir du blason 13, j'ai signalé un coup de doigt dû au froid. Ce coup de doigt éliminé, le blason 13 est le meilleur, la zone de réglage 200 à 300 semble la plus prometteuse. Il faut maintenant affiner le réglage.

## 8. Affinage du réglage

Tous les groupements dont il est fait mention dans ce paragraphe sont visibles sur la cible jointe en annexe 2.

Sur des blasons consécutifs, nous allons tirer des groupements de 3 balles, en dévissant le réglage de 5 clics à chaque blason. Nous commençons donc au réglage 200 ; puis 205 ; 210 ; etc. pour finir au réglage 295.

Nous recherchons 3 blasons **consécutifs** avec des groupements corrects. Ici les blasons 5, 6 et 7 correspondants aux réglages 220 à 230 sont les plus prometteurs. En 2<sup>e</sup> rang, les blasons 15 à 16 (réglages 270 à 280) pourraient constituer une autre piste d'exploration.

## 9. Recherche du « sweet spot »

Tous les groupements dont il est fait mention ci-après sont visibles sur la cible jointe en annexe 3.

Nous allons balayer la zone préférentielle déterminée au paragraphe 8, en tirant des groupements de 5 balles, en augmentant le réglage de 1 clic à chaque blason (blasons 1 à 11 ; réglage 220 à 230).

Les réglages 222 et 227 semblent les meilleurs.

## 10. Confirmation

Pour confirmer, et avant de conclure, nous allons tirer quelques groupements de 5 balles avec ces 2 réglages. Blasons 16 et 17 ; réglage 227 puis blasons 18 à 25 avec le réglage 222.

Là, je suis obligé d'arrêter, j'ai trop froid !!!! Le vent a forcé et la température est redescendue à 1°C, après être montée à 3°C sur le coup de midi.

## 11. Conclusion

La moyenne des 10 groupements tirés pour confirmer au paragraphe 10 est de 7,36 mm.

La moyenne des 5 groupements de référence était de 8,36 mm.

L'amélioration des groupements est significative, 1,00 mm soit 12 %. C'est l'ordre de grandeur de ce qu'on peut attendre d'un réglage correct de tuner avec de bonnes munitions (entre 10 et 15%).

J'aurais bien aimé que le Dieu Météo me laisse essayer de chercher des réglages avec la masse additionnelle P3, car en général l'amélioration est meilleure, les groupements plus « piqués » avec une masse plus lourde.

Dans l'absolu, ces groupements sont très corrects mais pas extraordinaires. Mon canon Broughton est certainement un peu meilleur que ce canon Border (le « mulet »

en quelque sorte). Comparativement, avec le canon Broughton, la moyenne des groupements, avec ce lot de munitions ressort à 6,00 mm, ce qui est vraiment très bon.

Bien qu'il puisse se présenter comme un gadget pour grand enfant, les tests réalisés et détaillés dans cet article montrent très clairement que le tuner apporte réellement un plus. L'inconvénient majeur du tuner est que la mise en œuvre de tests pour déterminer le meilleur réglage, implique l'utilisation d'une grande quantité de cartouches (pour ma part j'ai dû en tirer environ 350 pour arriver à ce résultat).



Jean-Louis Espinet

	 7,91	 6,22	 13,40	 5,32	 8,95	 133,8,36	
	 7,86	 P0 6	 13,33	 P1 7	 24,95	 P2 8	
	 10,68	 O-100 1	 14,36	 100-200 2	 6,47	 200-300 3	
	 12,24	 300-400 4	 10,63	 400-500 5			
	 9,61	 P0 21	 15,03	 P3 22	 9,34	 P3 23	
	 10,28	 P0 24					
						<b>22 HUNTER</b>	
			NOM		PRENOM		
			DOSSARD		POSTE		
			MOUCHE		SCORE		

64 Rue de Maastricht - Tél. 06 07 59 26 32

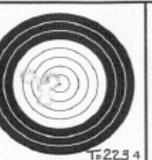
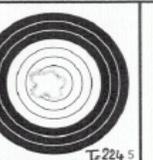
**Annexe 1**

	 T= 200 1	 T= 205 2	 T= 210 3	 T= 215 4	 T= 220 5		
	 T= 225 6	 T= 230 7	 T= 235 8	 T= 240 9	 T= 245 10		
	 T= 250 11	 T= 255 12	 T= 260 13	 T= 265 14	 T= 270 15		
	 T= 275 16	 T= 280 17	 T= 285 18	 T= 290 19	 T= 295 20		
						<b>22 HUNTER</b>	
			NOM		PRENOM		
			DOSSARD		POSTE		
			MOUCHE		SCORE		

64 Rue de Maastricht - Tél. 06 07 59 26 32 - e-Mail: cartouch@annexe.fr  
FAX: 03 30 07 50 00

1 0 0 0 4

## Annexe 2

	 T= 220 1	 T= 221 2	 T= 222 3	 T= 223 4	 T= 224 5	
	 T= 225 6	 T= 226 7	 T= 227 8	 T= 228 9	 T= 229 10	
	 T= 230 1	 12	 13	 14	 15	 ③
	 7,00 T= 227 16	 7,56 T= 227 17	 7,72 T= 228 8	 7,46 T= 222 9	 4,98 T= 222 20	 Age: 7,36
	 8,01 T= 222 21	 6,85 T= 222 22	 8,75 T= 222 23	 7,33 T= 222 24	 7,32 T= 222 25	<b>22 HUNTER</b> NOM _____ PRENOM _____ DOSSARD _____ POSTE _____ MOUCHE _____ SCORE _____

6A, Rue de Maguel - Tél: 06 07 59 28 32 - e-Mail: rcmh@cmh-maguel.fr  
**CADREUCH**

## Annexe 3

À suivre donc au prochain numéro la suite de cet article avec Gilles Muller et Valérian Sauveplane.

## ANNEXE 3



Extrait de l'article de Jean-François Raybaut Conseiller Technique National FFTir

A la recherche du groupement perdu « Saison 4 »

### Nettoyage du canon protocole Jean Louis Espinet\*

Le protocole Jean Louis Espinet est le suivant :

- Mettre le guide baguette.
- Passer 2 patchs avec du Rimfire Blend (piquer le patch légèrement dans un coin au centre patch rond).
- Faire 10 allers-retours avec la brosse en bronze après avoir mis du Rimfire Blend (faire  $\frac{1}{4}$  de tour avec le pouce et l'index sur le manche de la baguette à chaque fois quand la brosse sort du canon, la brosse n'étant pas toujours rigoureusement dans l'axe, cela permet d'avoir une surface de brossage plus uniforme).
- Remettre du Rimfire Blend sur la brosse en sortie du canon après les 10 allers retour.
- Refaire 10 allers-retours avec la brosse en bronze (avec le  $\frac{1}{4}$  de tour).
- Nettoyer la baguette avec de l'essence F (pour la dégraisser) et l'essuyer (diriger la baguette vers le sol et faire couler de l'essence au début de la poignée et attendre qu'elle coule sur la brosse).
- Passer un patch sec pour éliminer le solvant pollué.
- Passer un patch imbibé de Rimfire Blend 2 fois, en rajoutant du solvant pour le 2ème passage. ○ Laisser le produit agir environ 10 minutes. ○ Nettoyer le guide baguette avec un patch propre et le remettre en place.
- Passer 2 patchs secs.
- Passer 1 patch avec de la graisse bleue bien étalée sur le patch (faire des petit mouvements avant arrière en poussant le patch).
- Reprendre le patch avec le bleu et refaire un passage.
- Nettoyer la chambre et la bouche du canon avec un patch propre.

Attention, ce protocole de nettoyage permet de mettre vraiment le canon « à blanc » et il est absolument nécessaire de reconditionner le canon avec cette fameuse graisse bleue.

Pourquoi ? Le canon, pour être performant et régulier doit être recouvert d'une fine pellicule de graisse qui provient en fait de la graisse des ogives en plomb.

Combien de fois avons-nous entendu : « J'ai nettoyé mon canon et il m'a fallu 150 coups pour retrouver mon groupement... »

Tout à fait exact ! Un nettoyage complet va enlever non seulement la graisse mais aussi les résidus de poudre, l'anneau de carbone qui se forme au début des rayures et le plomb qui va s'accumuler dans les rayures (surtout celles du bas).

A ce moment-là, effectivement, il faut « un certain nombre de coups » en fonction de l'état du canon pour qu'il retrouve sa régularité d'où la nécessité de le reconditionner au niveau de cette pellicule de graisse. Encore une fois, c'est Jean-Louis Espinet qui a eu l'idée de se servir du produit que les tireurs aux Armes Anciennes utilisent pour graisser leurs ogives la « Graisse Bleue »...

\* Feu Jean-Louis Espinet, dit "The Pigman"

[www.club50-60.com](http://www.club50-60.com)

## ANNEXE 4



The items here are intended to assist with your AIM when shooting benchrest. Primarily designed to be used for 25m and 50m Benchrest whether it is Rimfire or Air Rifle, the wind affects us all!

Items are designed using ideas from others and my own. I believe that they are using ideas from the 'best' out there and are tested in one of the Windiest countries in Europe – Ireland. Items can be customised with minimal cost and reasonable requests will always be entertained.

All the items are fully constructed and made by me and are therefore 'handmade' using machinery. Some items may vary slightly from one to another in appearance but should operate (react to the wind) in the same manner, which is of the utmost importance.

A major consideration in the design was easy assembly and lightweight. As many of us need to travel by air, disassembly and weight are major considerations.

Majority of the Materials used are as follows.

1. Polylactic acid, also known as PLA, is a thermoplastic monomer derived from renewable, organic sources such as corn starch or sugar cane. Black being the principal colour I use. This is a bioplastic and recyclable and renewable.
2. Stainless steel – 304/316. Used for the Pole Pins, Flag Clips and all bolts used.
3. Aluminium, all metal tubes are Aluminium.
4. Steel Ball bearings double caged.
5. Polypropylene sheet; used for the Vanes.
6. 70-micron PVC Film.

All units are broken down into sections and either spare parts or replacements can be easily purchased individually. This is an advantage I believe as over time it can be easy to lose (or step on, like me!) a section, thus not requiring you to purchase a complete unit.

*Desire Owens*

*I will explain some of the items listed below.*

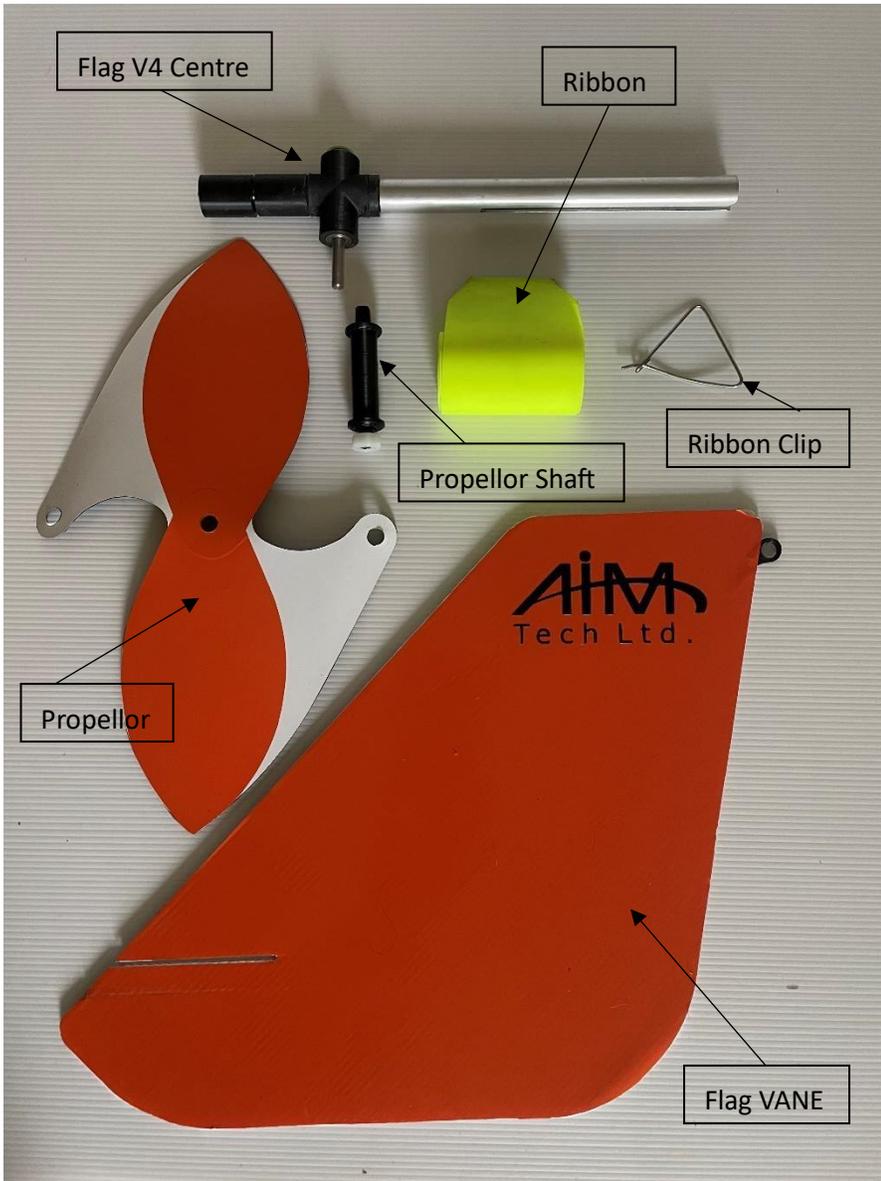
## **FLAG V4 Complete**

This unit is made using ball bearings and two stainless steel shafts. The propeller rotates via a shaft with ball bearings, while the body rotates parallel to the ground using more bearings on its 6mm stainless shaft. To aid this being parallel to the ground a circular bubble level is permanently attached to the upper section. The propeller shaft has curved support washers built in, with a 6mm thread on one end and a 10mm thread on the other. to aid in support and increase the longevity of the propellers. The propellers are made of durable plastic which is both tough and flexible. The 'tail' units (90cm in length) come with a stainless clip which attaches to the flag, the 'ribbon' can be replaced with different materials easily.

A custom Adaptor can be supplied to your request/design for attachment to a Tripod or other type of stand. This would include a 'pin' which on one end have a 6mm hole for the FLAG V4 Complete vertical shaft and an attachment point or threaded hole as requested i.e., 1/4-inch 3/8-inch or any metric size required. Other customised options also possible.

Approximate weight = 175-180gr (depending on tail ribbon).





**Flag V4 Parts**

## **FLAG Complete with Telescopic pole and ground spike.**

FLAG V4 Complete as above supplied with a 3-section Aluminium pole. Heights rising from ground level to centre point of Propeller; 45-102cm approximately (other heights can be made as a custom request). Stainless spike is 12mm in diameter and 25cm long.

Approximate weights

- Telescopic Stand = 101gr.
- Stainless Spike = 215gr.



## **UDI (UP Down Indicator)**

This unit is designed to assist with UP/Down wind drafts. If an overhead baffle is present or the range is prone to UP/Down winds these can be very useful. Last year in the CZECH Rep at the World competition these were invaluable to me and were central to me scoring a 745 in Rimfire International Sporter(6x).

It is a simple unit which incorporates a Tripod, adjustable between 43cm and 72cm approximately. It has a plastic joint which incorporates a bubble level. This allows this shaft to be made parallel to the ground. The Aluminium shaft is then attached to this shaft using a screw, though a double ball bearing pivot point. The Vane is then slid onto one end with a counterweight attached to the other.

The lower pin on the Shaft is to stop 360-degree rotation (can be removed if preferred). A counterweight is also attached via a bracket to the shaft, this forces the unit to return to its balance point (level with the ground) once the wind effect has stopped. This weight can be increased or reduced as the user wishes.

The unit is designed to be assembled without tools unless you want to replace the weight.

Approximate weights

- Complete unit with Stand = 740gr
- Unit on its own = 300gr

### Alternative Telescopic Pole



Spike with 6mm thumb screw to stop rotation. Top attachment with 1/4 inch screw.

### UDI with Tripod Stand



**UDI (UP Down Indicator) parts**



Telescopic Stand

Joint With Level

Adjustable Weight

Swivel Joint

Aluminium Shaft  
With  
Pendulum/weigh

Telescopic Stand

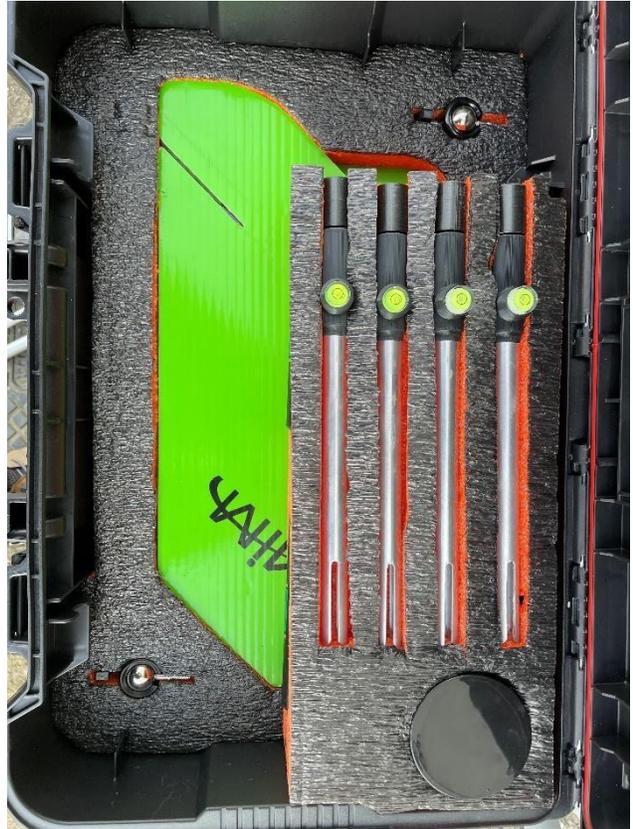
UDI Vane

## Flag Case

A flag case can also be supplied. It will include 'Shadow Foam' cut outs. These will allow the storage of up to 6 flags of whatever selection (4 flags and 2 UDI or 6 flags etc). It will include a parts box which can fix over six stainless spikes, propellers, spike level and other small parts. A plastic jar is supplied to store the flag ribbons, this is fitted in 'Shadow foam' along with cut-outs for 4 flag V4 centres. This allows the remainder of the space to be used for poles and other items. Variations to this can be considered for individual customers. The box can easily be used with the 'KETER' trolley (for front rest, rear bag etc) as seen as it is part of a 'stack system'.



Trolley and Case displayed together.





## Ground Spike 'Bubble level'

This is a small level which you slide down over your ground spike to indicate if you have placed it vertical or not. It has a 32mm Precision Bullseye Spirit at the top, with a 12.5 mm hole at the bottom for my spikes. Other hole dimensions can be made by request for the same cost.

Approximate Weight = 31gr

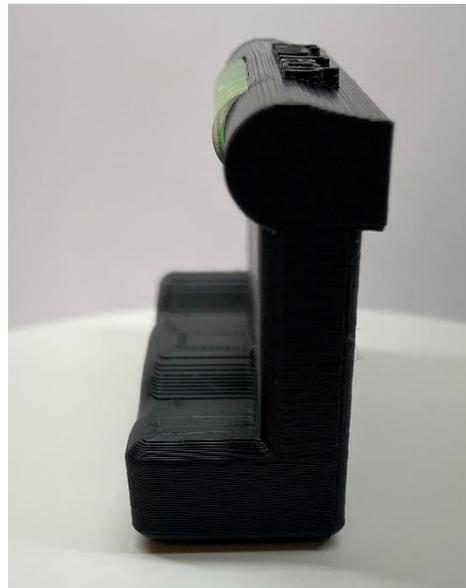
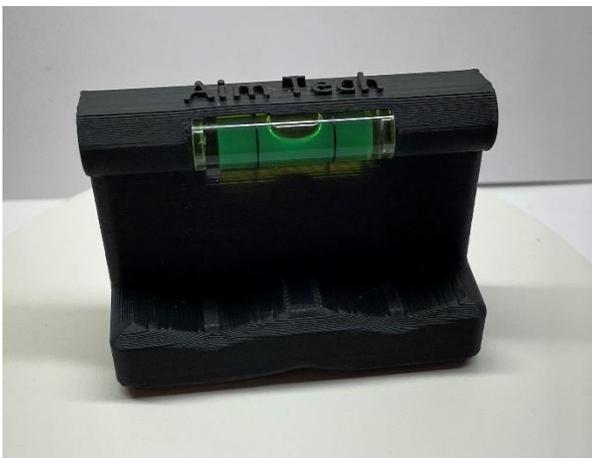


## Target 'Bubble Level'

Most shooters are careful to place their target level before shooting. This often results in us carrying some sort of engineering level with us which can be cumbersome to use and transport. This unit is small 7x5x2.5cm and lightweight 40gr, easily placed in your pocket.

To use you simply place at the top of the Target, slide down until the top rear ledge meets the target and then press the level against the mounting board for the target. This is now easily done with one hand, the other adjusting the target until it is level, then using your preferred mounting system (pins, staples etc) with your free hand. A simple convenient lightweight device!

Approximate Weight = 40gr.



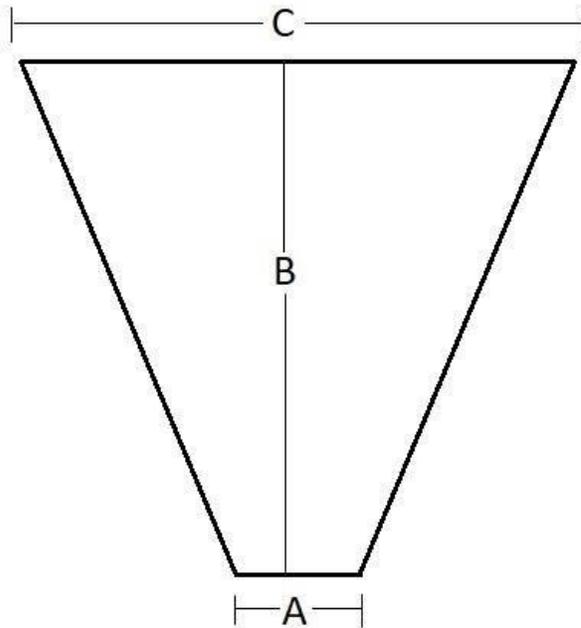
## Rear Bag 'Ear Support'

This is a shaped block which is formed in a similar shape to your rifle stock to maintain the shape of the 'ears' on your shooting bag when it is not in use. It has a Velcro strap which is used to attach it to your bag and keep it firmly in place. It allows you to have your bag immediately ready for shooting with no 'thumping' on the ears of the sandbag to create the correct shape.

It is customisable to your shape with an are on the top for some text if you wish with your name or some other distinguishable text.

The below diagram shows the only measurements you need to send to me for me to create your customised unit. Approximate weight = 150 gr





D = Length of the ears

All measurements to be supplied in Millimetres. This should be easy to measure from the rear of your stock!

## **PAYMENTS**

Cash preferred but also **R** Revolut & **PayPal** gladly accepted.

### ***SHIPPING & Packaging.***

This will depend on location and weight, but some possibilities are listed

here. **IRELAND via AN POST** • Small Packet up to 100gr = €5 p&p •

Small Packet up to 250gr = €6 p&p • Parcel up to 2Kg = €10 p&p

## UK via Post

- Small Packet up to 100gr = €8 p&p
- Small Packet up to 250 gr = €9 p&p
- Parcel up to 2Kg = €22 p&p
- 

## EUROPE (France as example) via Post

- Small Packet up to 100gr = €8 p&p
- Small Packet up to 250gr = €9 p&p
- Parcel up to 2Kg = €22 p&p

## PRICE LIST

Description	Component	Price
FLAG V4 Complete		<b>€80</b>
	Flag V4 Centre	€40
	Flag Vane	€15
	Ribbon	€10
	Ribbon CLIP	€3
	Propellor	€15
	Propellor Axel	€10
	Telescopic pole	€20

Stainless Ground Spike	€15
------------------------	-----

<b>FLAG Complete with Telescopic pole and ground spike</b>		<b>€110</b>
	Stand Adaptor, to fit to any Tripod (customised)	€10

<b>UDI (Up Down Indicator) Standard</b>		<b>€80</b>
<b>UDI (Up Down Indicator) Telescopic</b>		<b>€95</b>
	Tripod	€15
	UDI Vane	€15
	Knuckle Joint	€8
	Joint with Level	€20
	Aluminium Shaft	€20
	Adjustable weight	€10
	Pendulum Bracket and weight	€10
	Telescopic Pole <b>UDI</b>	€25
	Stainless Ground Spike	€10

<b>Rear Bag 'Ear Support'</b>		<b>€35</b>
-------------------------------	--	------------

<b>Target 'Bubble Level'</b>		<b>€20</b>
------------------------------	--	------------

<b>Ground Spike 'Bubble level'</b>		<b>€20</b>
------------------------------------	--	------------

<b>Flag Case (with foam, parts box and Plastic flag bottle)</b>		<b>€65</b>
---	--	------------

## ANNEXE 5 à imprimer en paysage

### Equipment List

\*\*\*The Equipment list is based on information given at the time of registration and updates during the match. While we try to maintain an accurate list, mistakes are inevitable. A competitor may correct their equipment list by emailing support@killoughshootingsports.com. \*\*\*

Place	Name	Bench	Action	Barrel	Trigger	Stock	Scope	Gunsmith	
1	Greg Monroe	103	X-3L	Shilen	B&A	Other	Nightforce	Bowland	L C
2	James Garrett	216	2500X	Shilen	B&A	Pippin	Nightforce	Bumgarner	E
3	Richard Gorham	109	2500X	Shilen	Jewell	PWC	Nightforce	Gorham	E
4	Michael Sherrill	112	Turbo-O	Shilen	FF-Flavio	Other	Nightforce	Calfee	L M
5	Barry Maney	307	Turbo-New	Shilen	B&A	McMillan	Kahles	Blevins	L
6	Richard Knott	221	2500X	shilen	Jewell	PWC	Nightforce	Holeshot	L M
7	Rhett Matheney	104	2500X	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Holeshot	L M
8	Bob Cleveland	215	Suhl	Shilen	factory	Myers	B&L	Gorham	E n
9	Anthony Wright	122	Turbo	Muller	B&A	McMillan	Nightforce	Patterson	L M
10	Bruce Doster	210	Turbo	Muller	B&A	McMillan	Nightforce	Calfee	L M
11	Gary Briner	111	2500X	Muller	FF	McMillan	Nightforce	Penrod	L C
12	Robert Oates	206	Turbo	Shilen	Jewell	Pippin	Leupold	Pippin	E
13	Todd Wooten	313	2500X	Muller	Jewell	PWC	Nightforce	Stiller	E
14	Kenneth Richards	114	Turbo	Shilen	B&A	McMillan	Nightforce	Bowland	E

15	Hudson Wright*	222	Turbo	Muller	B&A	MuMillan	Nightforce	Patterson	L M
16	Chuck Morrell	312	Turbo	Shilen	B&A	McMillan	Nightforce	Wilkinson	L
17	Tony Brazil	118	Trident	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Gorham	E T
18	Jeff Patterson	212	X3L	Muller	B&A	McMillan	Leupold	Patterson	E
19	Jerry Smith	115	X3L	Muller	B&A	McMillan	Nightforce	Gorham	L
20	Eddie Robertson	318	X3L	Shilen	B&A	McMillan	Nightforce	Gorham	L
21	Paul Tolvstad	304	X-3	Muller	B&A	McMillan	Leupold	Calfee	E
22	Tim Miller	324	X3L	Shilen	B&A	Other	Nightforce	Miller	E T
23	Frank Shook	203	X-III	Shilen	B&A	Ivanhoe	sightron	Other	L M
24	Jason Frymier	207	Turbo	Muller	B&A	PWC	Sightron	Muller	E
25	John Prince	113	2500X	Shilen	Jewell	PWC	Nightforce	Penrod	L
26	Bill Drummond	108	2500X	Hart	B&A	Ivanhoe	Other	Ivanhoe	E
27	William Casey	315	Turbo	Shilen	Jewell	Lidgard	Leupold	Gorham	L
28	Dustin Allen	209	2500X	Shilen	Jewell	PWC	Nightforce	Gorham	E
29	Greg Hissong	202	X-III	Muller	Jewell	McMillan	Leupoid	Gorham	E
30	Michael Lowe	116	Turbo	Shilen	B&A	Lidgard	March	Wilkinson	E M
31	Jim Dyke	117	2500X	Shilen	Jewell	PWC	Nightforce	Penrod	L
32	Tim Martin	214	2500X	Shilen	Jewell	McMillan	Weaver	Gorham	E t

33	Jeromy Viands	306	Turbo	Shilen	Jewell	McMillan	Sightron	Diorio	L
34	Marion Collier	224	Swindlehurst	Shilen	B&A	TM	Nightforce	Gorham	E
35	Alease Knott*	121	2500X	Mullerworks	Jewell	PWC	Leupold	Holeshot	L C
36	Steve Lloyd	316	2500X	Shilen	Bix n Andy	Pippin	Weaver	Cameron	L M
37	Scott Albury	211	2500X	muller	ff	PWC	Night force	Holeshot	E M
38	Jeff Reed	220	2500X	Douglass	PQP	Peightal	Leupold	Self	L M
39	Brian Brandt	205	2500X	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Stiller	L M
40	Trent Shellabarger	302	2500X	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Stiller	E M
41	Carl Johnson	319	Trident	Muller	B&A	McMillan	Nightforce	Gorham	E T
42	Randy Owens	219	2500X	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Stiller	E T
43	Jon Mix	106	Falcon	Muller	B&A	Other	Vortex	Calfee	L C
44	Jerry Stiller	119	2500X	Other	B&A	PWC	Nightforce	Other	E M
45	Maddisyn Reed*	320	2500X	Muller	Jewell	McMillian	Leupold	Holeshot	L M
46	Frank Karwowski	213	Trident	Muller	B&A	Lidgard	Nightforce	Holeshot	E
47	Jamie Hoskins	204	2500X	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Holeshot	L C
48	Adam Jones	201	Turbo	Muller	B&A	PWC	Sightron	TM	E

49	Larry Parsons	314	Turbo	Shilen	FF	PWC	Nightforce	Langley	L M
50	Konner Reed*	120	2500X	Shilen	Jewell	McMillan	B&L	Holeshot	L
51	Joe Besche	123	2500X	Muller	Jewell	Other	B&L	Holeshot	L M
52	Jimmy Peek	310	Turbo-Old	Shilen	B&A	McMillan	Nightforce	Calfee	E
53	Tim Longcore	217	Gann	Muller	Other	PWC	Leupold	Penrod	E
54	Donald Hamblin	218	2500X	Muller	B&A	PWC	Nightforce	Holeshot	E T
55	Tommy Cole	321	2500X	Shilen	Jewell	TM	Nightforce	Gorham	E
56	Daniel Smith	107	SPF-Trident	Muller	B&A	Other	Nightforce	Other	L
57	Brian Looney	105	Swindlehurst	Shilen	Jewell	McMillan	Nightforce	Davis	L C
58	Bill Wheeler	317	Other	Muller	B&A	Lidgard	Nightforce	Penrod	E T
59	Joel Irvin	322	40X	B&A	Jewell	TM	Nightforce	Myers	L
60	Dave Butcher	101	Turbo	Shilen	Jewell	PWC	Sightron	Other	E
61	Kenny Hilger	208	Turbo	Muller	Jewell	Other	Sighron	Gorham	E M

## ANNEXE 6

### Gun barrel vibration absorber to increase accuracy

Technical Report · February 2002  
DOI: 10.2514/6.2001-1228

---

CITATIONS

4

---

READS

413

4 authors, including:



Andrew Littlefield

65 PUBLICATIONS 190 CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by [Andrew Littlefield](#) on 08 March 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

AD

TECHNICAL REPORT ARCCB-TR-02002

**GUN BARREL VIBRATION  
ABSORBER TO INCREASE ACCURACY**

**ANDREW LITTLEFIELD  
ERIC KATHE  
ROBERT MESSIER  
KENNETH OLSEN**

FEBRUARY 2002



**US ARMY ARMAMENT RESEARCH,  
DEVELOPMENT AND ENGINEERING CENTER  
CLOSE COMBAT ARMAMENTS CENTER  
BENÉT LABORATORIES  
WATERVLIET, N.Y. 12189-4050**



APPROVED FOR PUBLIC RELEASE; DISTRIBUTION UNLIMITED

20020304 089

## **DISCLAIMER**

The findings in this report are not to be construed as an official Department of the Army position unless so designated by other authorized documents.

The use of trade name(s) and/or manufacturer(s) does not constitute an official endorsement or approval.

## **DESTRUCTION NOTICE**

For classified documents, follow the procedures in DoD 5200.22-M, Industrial Security Manual, Section II-19, or DoD 5200.1-R, Information Security Program Regulation, Chapter IX.

For unclassified, limited documents, destroy by any method that will prevent disclosure of contents or reconstruction of the document.

For unclassified, unlimited documents, destroy when the report is no longer needed. Do not return it to the originator.

# REPORT DOCUMENTATION PAGE

Form Approved  
GSA No. 0704-0188

Public reporting burden for this collection of information is estimated to average 1 hour per response, including the time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining the data needed, and completing and reviewing the collection of information. Send comments regarding this burden estimate or any other aspect of this collection of information, including suggestions for reducing this burden, to Washington Headquarters Services, Directorate for Information Operations and Reports, 1215 Jefferson Davis Highway, Suite 1204, Arlington, VA 22202-4302, and to the Office of Management and Budget, Paperwork Reduction Project (0704-0188), Washington, DC 20503.

1. AGENCY USE ONLY (Leave blank)		2. REPORT DATE February 2002	3. REPORT TYPE AND DATES COVERED Final	
4. TITLE AND SUBTITLE GUN BARREL VIBRATION ABSORBER TO INCREASE ACCURACY			5. FUNDING NUMBERS AMCMS No. 6226.24.H191.1	
6. AUTHOR(S) Andrew Littlefield, Eric Kathe, Robert Messier, and Kenneth Olsen				
7. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) U.S. Army ARDEC Benet Laboratories, AMSTA-AR-CCB-O Watervliet, NY 12189-4050			8. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER ARCCB-TR-02002	
9. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) U.S. Army ARDEC Close Combat Armaments Center Picatinny Arsenal, NJ 07806-5000			10. SPONSORING/MONITORING AGENCY REPORT NUMBER	
11. SUPPLEMENTARY NOTES Presented at the 42 <sup>nd</sup> AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, Seattle, WA, 16-19 April 2001. Published in proceedings of the conference.				
12a. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Approved for public release; distribution unlimited.			12b. DISTRIBUTION CODE	
13. ABSTRACT (Maximum 200 words) Gun barrel vibrations lead to dispersion in the shot patterns. Thus, reducing these vibrations should lead to increased accuracy. Since the muzzle is the anti-node for all vibration modes and its vibrations have the greatest effect on shot dispersion, it is the obvious location to attempt to dampen the vibrations. A model of the gun barrel was created in MATLAB <sup>®</sup> and verified by modal impact testing. Modal impact testing was done for the barrel alone and for three different muzzle brake vibration absorber configurations. Additionally, the gun was fired with and without the absorber to determine its performance. Significant reduction in shot dispersion was observed.				
14. SUBJECT TERMS Gun Barrel, Vibrations, Accuracy, Vibration Absorber, Firing Test, Dynamics			15. NUMBER OF PAGES 19	
			16. PRICE CODE	
17. SECURITY CLASSIFICATION OF REPORT UNCLASSIFIED	18. SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE UNCLASSIFIED	19. SECURITY CLASSIFICATION OF ABSTRACT UNCLASSIFIED	20. LIMITATION OF ABSTRACT UL	

## TABLE OF CONTENTS

	<u>Page</u>
INTRODUCTION.....	1
MATLAB <sup>®</sup> MODEL.....	2
MODAL IMPACT TESTING.....	4
MATLAB <sup>®</sup> MODEL WITH VIBRATION ABSORBER.....	7
VIBRATION ABSORBER TESTING.....	10
COMPARISON.....	13
FIRING DATA.....	14
CONCLUSIONS.....	15
REFERENCES.....	17

### TABLES

1. Frequency Response Parameters from Modal Analysis.....	7
2. Frequency Response Parameters from Vibration Absorber Testing.....	12

### LIST OF ILLUSTRATIONS

1. M242 barrel.....	2
2. Barrel geometry.....	2
3. Pro/Engineer muzzle brake model.....	3
4. Damped mode shapes and natural frequencies.....	4
5. Experimental setup.....	5
6. Plain barrel frequency response.....	5
7. Pole-zero map for plain barrel.....	6
8. Peak Amplitude Method.....	6
9. Pro/Engineer model of the vibration absorber.....	8

10.	Barrel geometry with eight-rod vibration absorber.....	9
11.	Damped mode shapes and natural frequencies for eight-rod absorber .....	9
12.	Damped mode shapes and natural frequencies for four-rod absorber.....	10
13.	Installed vibration absorber.....	10
14.	Vibration absorber frequency response.....	11
15.	Frequency response comparison .....	13
16.	Frequency response comparison from 1 to 100 Hz.....	13
17.	Firing the M242.....	14
18.	Firing results of the M242 with and without the vibration absorber.....	15

## INTRODUCTION

Vibration of the gun barrel in rapid-fire systems leads to dispersion in the shot patterns. The wider the dispersion, the more rounds required to affect the desired damage on the enemy. An intuitive way to reduce this shot dispersion is to reduce the vibrations of the barrel. The end of the barrel is the anti-node for all vibration modes and its vibrations have the greatest effect on shot dispersion, so it is the obvious location to attempt to dampen the vibrations. This work focuses on doing just that.

The system under study in this work is the 25-mm M242 Bushmaster chain gun. It is part of the M2A3 and M3A3 Bradley Fighting Vehicle Systems and is designed to engage and defeat armored vehicles as well as provide suppression fire. When engaging armored enemy assets, such as armored personnel carriers, accuracy is extremely important. The M242 fires five different rounds, M791, M792, M793, M910, and M919, although only the M793 training round was used in the tests.

A gun barrel vibration absorber has previously been designed (ref 1) and tested (ref 2) for use on the 120-mm XM291 tank gun (ref 3). This design had the absorber as part of the gun's thermal shroud. The present effort (ref 4) differs in its unique location, application to rapid-fire gun systems, and its possible dual use as part of a fuse-setting system.

The vibration absorber being considered is of the proof mass actuator type and is mounted onto the muzzle brake. This allows for the absorber to be easily mounted and removed with the muzzle brake, while still acting at the barrel location of greatest vibration activity. Addition of the absorber reshapes the frequency response by moving the resonant modes and zeros. This shifting effectively rejects the vibrational energy. Also, the motion of the absorber enhances the dissipation of this energy.

First, the barrel is modeled in MATLAB<sup>®</sup> using a finite element approach (ref 5). The Euler-Bernoulli finite element technique is used to generate second-order equations-of-motion of the barrel as a nonuniform beam. These are then converted to the first-order state space domain and transformed into the frequency domain. Predictions for the mode shapes and resonant frequencies are generated. After completing the model, it is verified by performing modal impact testing on the barrel. These results are then used to fine-tune the model.

Testing of the barrel with different vibration absorbers is then conducted. Three different versions are used, the differences being the number of rods connecting the mass to the barrel. By varying the number of connecting rods, the stiffness, and thus the frequency, of the vibration absorber can be tuned.

Finally, firing results for the barrel with and without a vibration absorber are presented. The eight-rod vibration absorber was used for these tests and was not tuned to one of the barrel's modes. Even with this less than perfectly tuned absorber, significant reductions in shot dispersion were achieved.

## MATLAB<sup>®</sup> MODEL

A finite element model of the barrel minus the vibration absorber was created in MATLAB<sup>®</sup>. Euler-Bernoulli beam approximations and Hermite-cubic interpolation functions are used to form the mass and stiffness matrices for the undamped second-order equations-of-motion by approximating the barrel, a continuous nonuniform beam, as a series of discrete elements. Continuity of lateral displacement and slope are imposed at the element boundaries. When assembled, these elements closely approximate the dynamics of the barrel.

The geometry of the barrel is entered in 1-mm increments and any noncircular cross sections are smeared together to become circular. This smearing was done to the lugs near the breech end and to the rifling. The mass of the beam is calculated by adding the mass of each of these slices. The actual shape of the beam can be seen in Figure 1. The model's version of this can be seen in Figure 2.

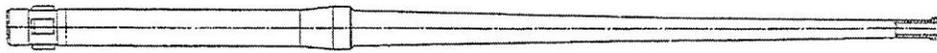


Figure 1. M242 barrel.

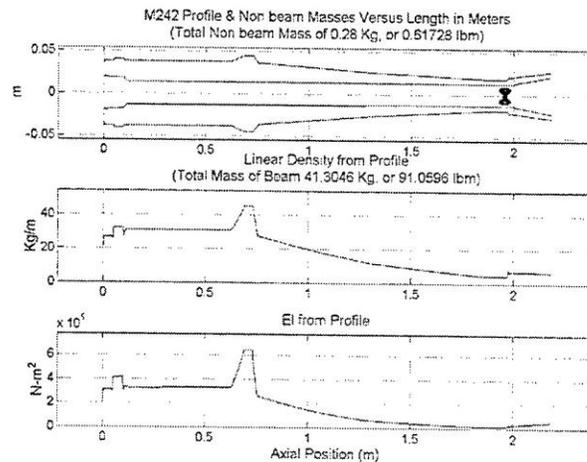


Figure 2. Barrel geometry.

The barrel actually ends just beyond the two-meter mark. The rest of the geometry is the muzzle brake. A Pro/Engineer model of the muzzle brake can be seen in Figure 3. The geometry is clearly too complicated to simply smear it together as was done with the rifling and lugs. Instead it was approximated as two hollow cylinders with different interior diameters followed by a hollow cone. The diameters of the cylinders and cones were selected so that both mass and location of the center of gravity of the approximate muzzle brake matched those of the Pro/Engineer model.

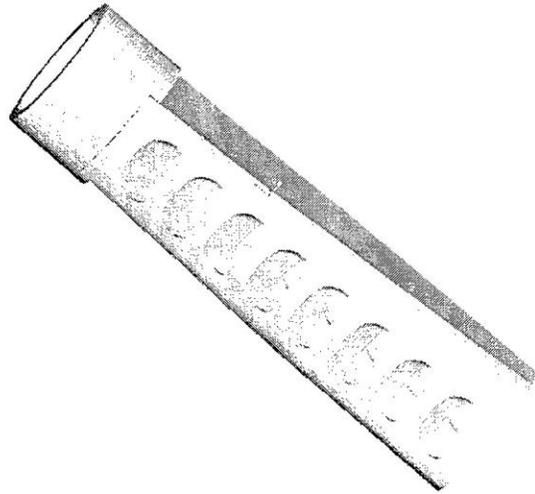


Figure 3. Pro/Engineer muzzle brake model.

After the geometry has been entered, the barrel is automatically broken into a user-defined number of elements. Nodes are forced to exist at both ends of the barrel and anyplace where constraints are specified. The springs used to hang the barrel during modal testing were entered as constraints in this fashion. The spring constant for the springs was found by hanging weights on them and measuring the deflection.

An additional node was specified at the same location as the response accelerometer. This accelerometer was located just rearward of the muzzle brake. This location should give a good indication of the muzzle's response. The mass of the accelerometer was also entered into the model and appears as the dark circles in Figure 2. The location of this specified node created small elements near the forward spring, so different numbers of elements were tried until they converged on a consistent value of the first natural frequency. The final number used was 36. Without this enforced node a smaller number of nodes may be used.

Rayleigh proportional damping is used in the model. The values entered were determined in a previous report using this software for analyzing an XM291 gun barrel (ref 1). After performing an experimental modal analysis on the barrel, experimentally found values were used and the model was rerun. Only minor differences in the resonant frequencies were found.

After the required data were entered, the model was run and output generated. The software generates undamped and damped mode shapes and natural frequencies, a pole-zero plot of the eigenvalues, time response of the muzzle to a breech impulse, and a bode plot of the muzzle response, plus additional plots about the quality of the finite element analysis (FEA). In this case we are interested in the damped mode shapes and natural frequencies. These can be found in Figure 4.

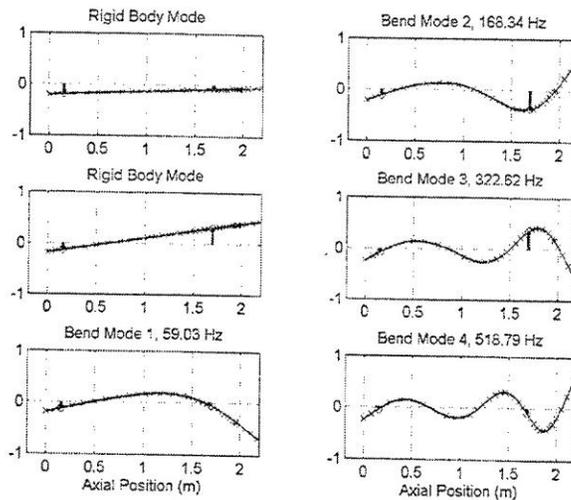


Figure 4. Damped mode shapes and natural frequencies.

## MODAL IMPACT TESTING

After completion of the MATLAB<sup>®</sup> model, an experimental modal analysis was performed to validate the model. The barrel was hung from two springs to simulate a free-free condition. These springs were contained in the model as mentioned above. This did not present a perfect free-free situation but there is more than an order of magnitude between the highest rigid body mode (1.27 Hz) and the lowest flexible mode (59.03 Hz) so this was deemed satisfactory. Additionally the springs are explicitly represented in the model.

The goal of the modal analysis was to generate a frequency response plot between a force at the breech and the response of the muzzle. For this study an impact was used as the force and the acceleration of the muzzle was the response. An HP 3566A PC Spectrum/Network Analyzer was used to calculate the frequency response. A PCB Impact Hammer with a Delrin tip delivered the impact. The 6-dB roll-off point of the tip was found to be 1.605 kHz. A PCB ICP Accelerometer measured the response. The ICP power supply and signal conditioning for both of these was provided by a PCB 12-Channel Rack Mounted Power Unit with a variable gain of 0 to 100 per channel. This setup can be seen in Figure 5.

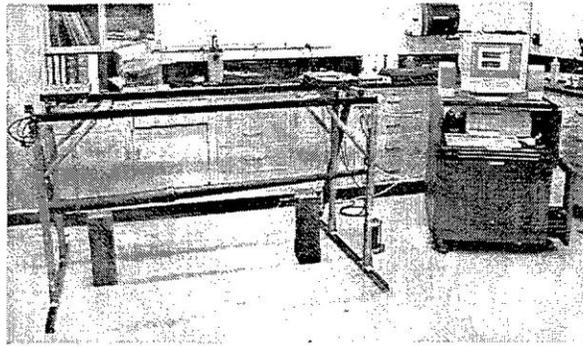


Figure 5. Experimental setup.

The HP 3566A was set up with a bandwidth of 800 Hz, 3200 frequency lines, and force/exponential windowing. Uniform averaging was performed with a total of 16 averages being used per run. The gain was set to provide good signal strength. After each impact the data were checked for double hits and overloading of the accelerometer.

The frequency response for barrel can be seen in Figure 6. The first four modes are plainly visible. A collocated pole-zero pair causes the strange behavior of the second mode. Examination of a pole-zero plot from MATLAB<sup>®</sup> shows this same behavior. Figure 7 shows this plot for the first four modes and how there is a zero collocated with the second mode.

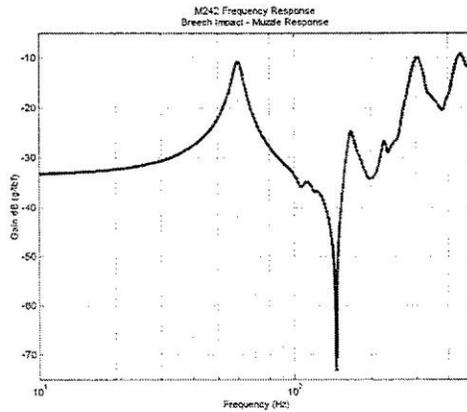


Figure 6. Plain barrel frequency response.

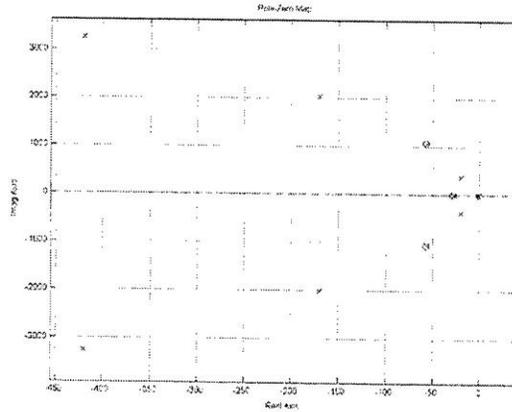


Figure 7. Pole-zero map for plain barrel.

The Peak Amplitude Method (ref 6) was used to extract the necessary modal parameters from the data. To determine the damping ratios, equations (1) and (2) were used.

$$\zeta = \frac{1}{2}\eta \quad (1)$$

$$\eta = \frac{1}{2} \frac{\omega_a^2 - \omega_b^2}{\omega_r^2} \quad (2)$$

where  $\zeta$  is the viscous damping ratio,  $\eta$  is the structural damping loss factor,  $\omega_r$  is the natural frequency of the peak, and  $\omega_a$  and  $\omega_b$  are the half-power points. These quantities can be seen in Figure 8.

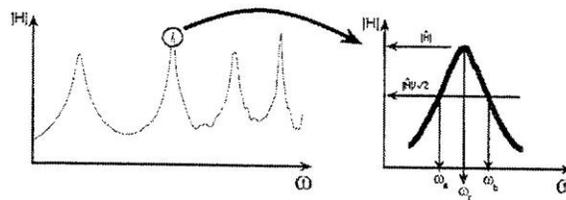


Figure 8. Peak Amplitude Method.

Once  $\zeta$  has been found for at least two peaks, the proportional damping coefficients,  $\alpha$  and  $\beta$ , can be found from the following formulas:

$$\alpha = -2 \frac{\omega_1 \omega_2 (\omega_1 \zeta_2 \sqrt{1 - \zeta_2^2} - \omega_2 \zeta_1 \sqrt{1 - \zeta_1^2})}{-\omega_1^2 + \omega_1^2 \zeta_2^2 - \omega_2^2 \zeta_1^2 + \omega_2^2} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{-\alpha + \alpha\zeta_2^2 + 2\zeta_2\sqrt{1-\zeta_2^2}\omega_2}{\omega_2^2} \quad (4)$$

Using these formulas, the following data in Table 1 were found for the data shown in Figure 6.

**Table 1. Frequency Response Parameters from Modal Analysis**

Plain Barrel with Muzzle Brake				
Peak	Magnitude	Frequency	Coherence	$\zeta$
	dB (g/lb <sub>f</sub> )	Hz		
1	-10.870	60.25	0.9990	0.0456
2	-24.710	167.25	0.9543	0.0361
3	-10.008	304.50	0.9306	
4	-9.117	448.25	0.9314	
$\alpha$ (s <sup>-1</sup> )	28.428			
$\beta$ (s)	4.293E-05			

Comparison of these data with Figure 4 shows that the model predicted a stiffer system than was experimentally found. The higher in frequency one goes, the more divergent the model and reality become. We are concerned with low frequencies though, and the match between the model and experiment is very good for the first two modes. It is only off by about 1 Hz for these modes. This small amount of error is within what was seen from different runs and could be due to the accelerometer mounting and cabling and/or the nonideal connections of the support springs. The measured  $\alpha$  and  $\beta$  were put back into the model to see if it would improve results, but no appreciable difference was found.

### MATLAB® MODEL WITH VIBRATION ABSORBER

Now that the model has been validated for plain barrel, it must be modified to include the vibration absorber. The vibration absorber is a proof mass actuator that mounts to the muzzle brake. It consists of a 4.037-lb (1.831-kg) mass, suspended from spring rods that are attached to a collar, which is in turn press-fitted onto the standard muzzle brake. The rods are one-fourth inch (6.35-mm) in diameter and extend 5.8 inches (147.32-mm) from the collar to the mass.

There are three configurations of the vibration absorber: one with eight rods; another with four, the two middle ones removed top and bottom; and the last with two rods oriented diagonally. Only the eight- and four-rod versions were modeled, using the same number of nodes and enforced node locations as the plain barrel. The two-rod configuration was not modeled, as its boundary conditions do not allow it to be analyzed the same way as the other two. Since the vibration absorber mounts to the muzzle brake,

like before a Pro/Engineer model was used to ensure that mass and center of gravity location were correct for the entire assembly. Figure 9 shows the model.

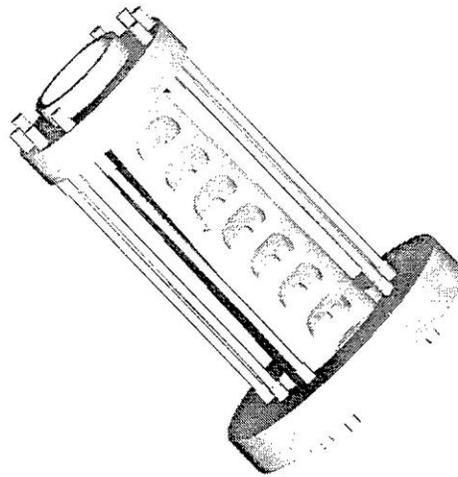


Figure 9. Pro/Engineer model of the vibration absorber.

The basic geometry of the muzzle brake was modified to include the retaining collar. This collar is made out of aluminum, but the MATLAB<sup>®</sup> model only has one density. So an equivalent geometry was created in steel to yield the same mass and center of gravity location. This was the only alteration made in the beam geometry.

The connecting rods were treated as springs, and thus by the standard approximation for a spring with mass, one-third of their mass was added to the absorber mass and two-thirds was added to the barrel as a lumped mass. The location of the lumped mass was adjusted so that the center of gravity of the rods and absorber mass together was positioned as in the actual assembly.

The MATLAB<sup>®</sup> model allows for a mass and stiffness to be entered for a vibration absorber. The mass was a combination of the absorber mass and one-third of the rod mass. The location for this mass was found by calculating the center of gravity for the combined absorber and one-third rod masses.

The stiffness of the absorber was found by performing a beam-bending test. Weights were hung off the end of the absorber and the displacement of the mass was measured. The rods were considered to act like cantilevered beams, with the collar end being rigidly fixed and the absorber end being allowed to displace vertically. This was then done for each configuration. The natural frequencies were found to be 41 and 29 Hz, respectively.

The geometry used by the model for the eight-rod absorber can be seen in Figure 10. The dark area near the muzzle brake is the mass of the accelerometer as before plus the distributed mass of one-third of the connecting rods. The only difference between the

eight-rod and four-rod versions of the model is the mass of the rods. For the four-rod version the nonbeam mass drops to 0.41947-kg.

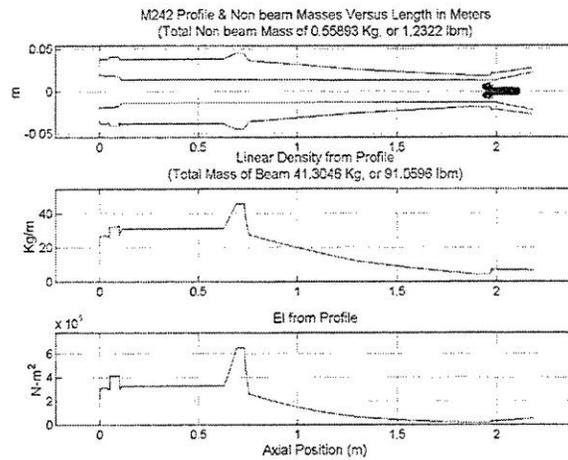


Figure 10. Barrel geometry with eight-rod vibration absorber.

As with the plain barrel, the models were run once all required data were entered. Damped mode shapes and natural frequencies were recovered along with bode plots and pole-zero maps. The damped mode shapes and natural frequencies can be seen in Figures 11 and 12. The circle at the end of the barrel represents the vibration absorber.

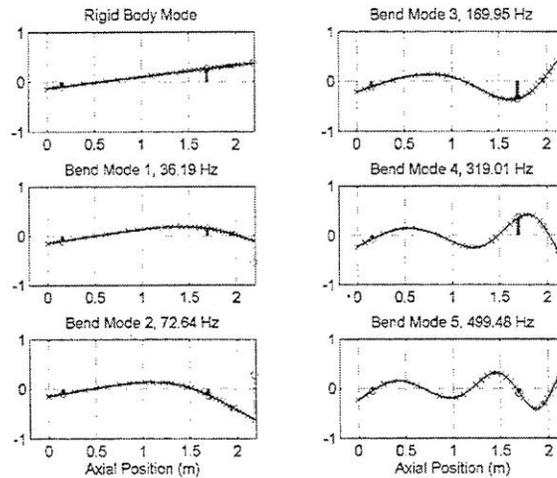


Figure 11. Damped mode shapes and natural frequencies for eight-rod absorber.

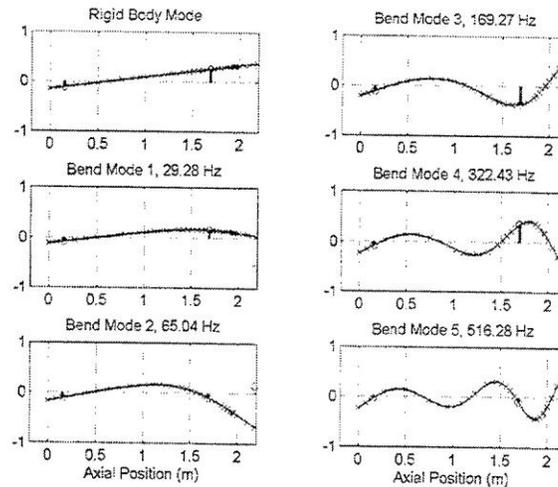


Figure 12. Damped mode shapes and natural frequencies for four-rod absorber.

## VIBRATION ABSORBER TESTING

Now that we have a model including the vibration absorber, modal analyses were done on the different vibration absorber configurations. The barrel orientation and accelerometer placement were kept the same as the last plain barrel test. This ensured that any changes in the frequency response should be directly attributable to the vibration absorber and not changes in test setup.

Three configurations of the vibration absorber were tested: one with eight rods; another with four, the two middle ones removed top and bottom; and the last with two rods oriented diagonally. The four- and eight-rod versions were modeled in the previous section. The installed eight-rod absorber can be seen in Figure 13.

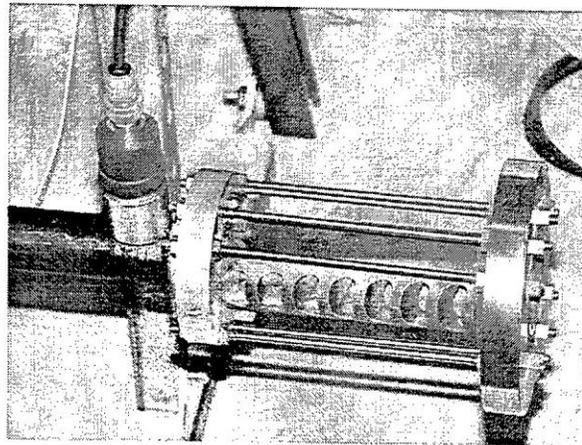


Figure 13. Installed vibration absorber.

The same testing procedure outlined above was used. The rods were removed with the absorber in place so as to minimize any test setup changes between the runs. The absorber was aligned such that the flats of the muzzle brake were parallel to the

floor. This is the normal firing position for the cannon. The results of the testing can be seen in Figure 14.

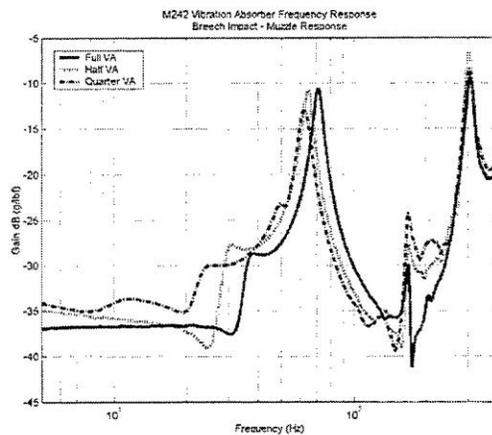


Figure 14. Vibration absorber frequency response.

A couple of points are obvious from the plot. First, the major difference between the different configurations is the amount the first peak of the plain barrel is shifted. As fewer rods are installed in the absorber, and thus the absorber stiffness decreases, the first peak moves to progressively lower frequencies. Not only the amount of shift but also the magnitude of the first peak appears to vary with absorber stiffness. At first glance, it appears that the eight- and four-rod vibration absorbers have the same magnitude, with the two-rod having a lower magnitude. This will be discussed more when numbers are culled from the data. Lastly, the higher frequency peaks appear to have been largely unchanged.

If the absorber's frequency had coincided with the first peak exactly, the peak would have been removed and its energy shifted into the new peaks on either side of it (ref 7). However, we do not have this case so the absorber pushes the peak to a higher frequency. Had the absorber's frequency been above that of the barrel's first mode, then it would have pushed the peak to a lower frequency. The additional pole-zero added by the absorber can be seen in the small resonance before the first peak. As stated earlier, the strange response at the barrel's second mode is due to a collocated pole-zero pair.

In order to draw more detailed conclusions and to compare to the nonvibration absorber results, actual numbers must be removed from the results. The same Peak Amplitude Method was used to pull out these data. The results of this analysis can be seen below in Table 2. The peaks are numbered to coincide with the ones in Table 1, with peak 0 being the absorber's own peak.

Table 2. Frequency Response Parameters from Vibration Absorber Testing

Full Vibration Absorber			
Peak	Magnitude	Frequency	Coherence
	dB (g/lb <sub>f</sub> )	Hz	
0	-28.642	38.50	0.9937
1	-10.614	71.25	0.9991
2	-29.886	168.50	0.9887
3	-9.323	307.00	0.9139
4	-9.513	456.25	0.8915
Half Vibration Absorber			
Peak	Magnitude	Frequency	Coherence
	dB (g/lb <sub>f</sub> )	Hz	
0	-27.683	31.25	0.9998
1	-10.793	64.50	1.0000
2	-27.711	169.75	0.9863
3	-6.541	304.00	0.8724
4	-6.054	460.75	0.8821
Quarter Vibration Absorber			
Peak	Magnitude	Frequency	Coherence
	dB (g/lb <sub>f</sub> )	Hz	
0	-29.940	25.50	0.9996
1	-13.033	62.50	0.9995
2	-24.251	169.50	0.9777
3	-8.395	304.75	0.8640
4	-6.412	458.50	0.8528

From these numbers, it is apparent that the less stiff (i.e., fewer rods) the vibration absorber is, the lower it shifts the first frequency of the barrel. For the higher frequency peaks, it appears that the differences seen are due to errors in the data. As far as magnitude goes, there appears to be some contradictory data. It appears that the half-absorber produces larger magnitude gains than the full, but that the quarter-absorber produces smaller ones. This could be due to the fact that the quarter-absorber no longer has the same cantilever boundary conditions as the other two.

Comparison of these data with Figures 11 and 12 shows that the model overall predicted a stiffer system than was experimentally found; although the mode of the vibration absorber itself was found to be higher than predicted. This may be due to the way its stiffness was found. The higher in frequency one goes, the more divergent the model and reality become. We are primarily concerned with low frequencies though, and the match between the model and experiment is very good for the first three modes. It is only off by about 1 Hz for these modes. This small amount of error is within what was

seen from different runs and could be due to the accelerometer mounting and cabling and/or the nonideal connections of the support springs.

## COMPARISON

Now that we have looked at the barrel by itself and with a vibration absorber separately, it is time to compare the two directly. Figure 15 shows the frequency response of the plain barrel and the three vibration absorber configurations. Figure 16 shows a close-up view of the first mode of the barrel.

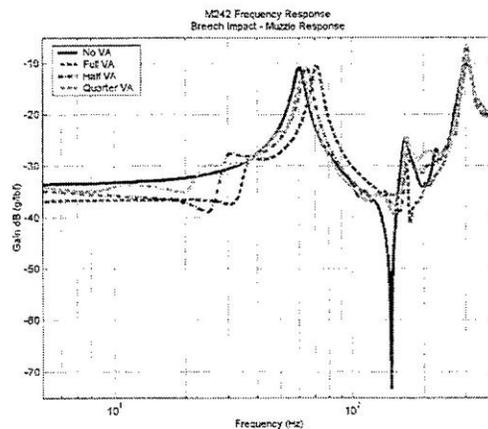


Figure 15. Frequency response comparison.

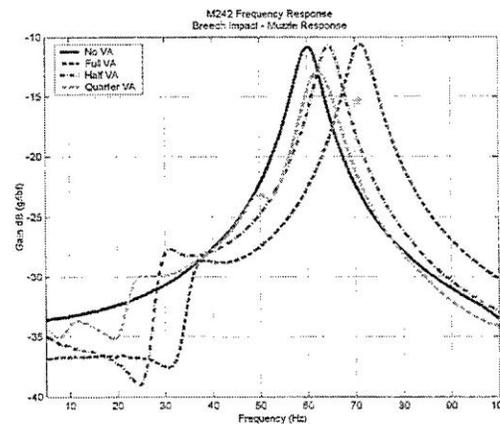


Figure 16. Frequency response comparison from 1 to 100 Hz.

Examining Figure 15, the two most obvious changes are the shifting of the first mode and the lessening of the zero around 150 Hz. The higher modes do not appear changed at all. Figure 16 shows the shifting of the first mode more clearly and how the two-rod version is able to reduce the magnitude of the first mode.

Comparing Tables 1 and 2, one can see that these observations are borne out. The second and higher modes are hardly shifted, if at all, while the first one is shifted by as much as 11 Hz. This shifting is what allows the absorber to dampen the system's

vibrations. If the system resonance can be shifted away from the disturbance, then the vibrations will be reduced.

As stated previously, the inclusion of a vibration absorber shifts the modes around it away from its own mode. This accounts for the shifts seen in the barrel's first mode. As part of this shift, the absorber can also take energy from the peak it shifts. If the absorber's mode were coincident with one of the system resonances, then it would have split the mode and its energy into two smaller resonances.

The two-rod absorber is the only one that has an appreciable effect on the magnitude of the barrel's first mode. It reduces the magnitude by almost 3 dB. Due to its different boundary conditions though, this may not be as beneficial as it first seems. It could be that it is shifting energy from the vertical plane to the horizontal. Without further testing, it cannot be determined if this drop in the magnitude of the vertical response is beneficial or detrimental to system performance. An increase in horizontal motion would not be beneficial.

## FIRING DATA

Laboratory experiments can tell us a lot, but does this change in frequency response translate into performance gains in the field? An M242 Bushmaster was fired at Benét's Gun Dynamics Laboratory with and without the eight-rod vibration absorber installed. Both single- and five-round bursts were fired for a total of 50 rounds. A picture of this firing can be seen in Figure 17.

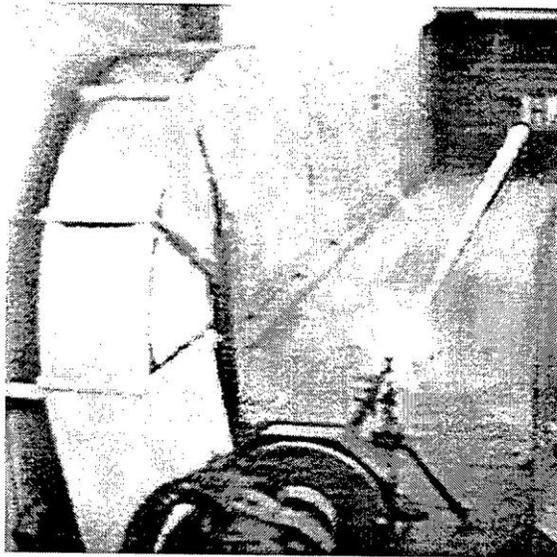


Figure 17. Firing the M242.

Figure 18 shows the muzzle vibrations (left) and orbits (right) during five-round burst fire. The muzzle vibrations clearly show that the absorber reduces the magnitude of the vertical vibrations. Up to a 45% attenuation of vertical motion was seen. A better appreciation for the effects of the absorber can be seen in the orbit plots. From here, it is obvious that the absorber reduced the barrel vibrations by about half. The increased tightness and repeatability of the trajectories bodes well for increased performance over the baseline system. However, the effect of this reduced vibration on accuracy was not possible due to the short projectile flight in the Gun Dynamics Laboratory (ref 8).

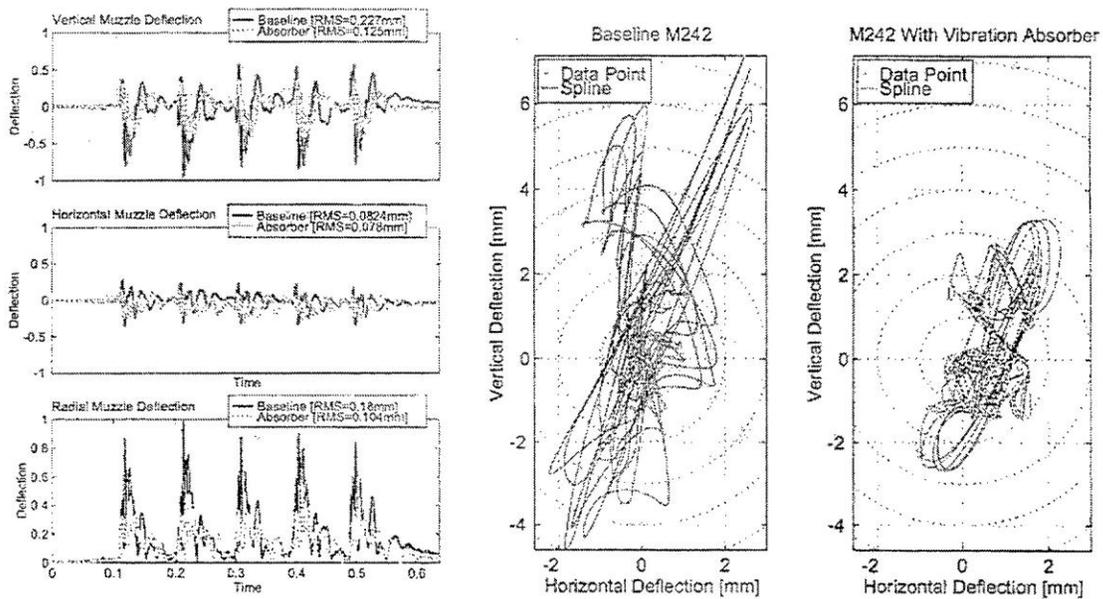


Figure 18. Firing results of the M242 with and without the vibration absorber.

This firing was done before the concept of a four- or two-rod absorber was developed, so no firing was done in those configurations. This may be pursued in later testing.

## CONCLUSIONS

This report has shown the effect of mounting a vibration absorber to the muzzle brake of an M242 Bushmaster. A MATLAB<sup>®</sup> model of the barrel was developed and then verified by performing modal impact testing upon the actual barrel. Good agreement was found between the model and experimental data.

After modeling and testing the plain barrel, a vibration absorber was modeled and tested to find its effects upon the barrel's frequency response. Two different configurations were modeled, while three were tested. As with the plain barrel, good agreement was found between the model and reality. It was found that the absorber

shifted the first resonant frequency of the barrel higher in frequency, and that the two-rod version of the absorber reduced the magnitude of the response by 3 dB.

Finally, some firing data were presented to show the effectiveness of the absorber. The absorber was shown to decrease barrel vibrations by about half.

Overall, it was shown that by mounting a proof mass type actuator on the muzzle brake, the performance of the gun system could be increased. Since this is a part of the barrel designed to be screwed on and off, this allows for very easy mounting without affecting the rest of the gun system.

An additional advantage of mounting the absorber to the muzzle is that its mass ring may be combined with a muzzle fuse set device (ref 9). Previously a drawback of such devices was that they increased the weight affixed to the muzzle brake. Combining it with the absorber allows for its additional mass to be used to improve the gun's accuracy.

## REFERENCES

1. Kathe, E., "Design and Validation of a Gun Barrel Vibration Absorber," *Proceedings of the 67<sup>th</sup> Shock and Vibration Symposium: Volume 1*, Monterey, CA, 18-22 November 1996, Published by SAVIAC, pp. 447-456.
2. Kathe E., "A Gun Barrel Vibration Absorber for Weapon Platforms Subject to Environmental Vibrations," *AIAA Paper No. 98-1846, A Collection of Technical Papers – 39<sup>th</sup> AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference and Exhibit and AIAA/ASME/AHS Adaptive Structures Forum*, 1998, pp. 1284-1294.
3. Kathe, E., "Gun Barrel Vibration Absorber," U.S. Patent 6167794, January 2001.
4. Kathe, E., "Muzzle Brake Vibration Absorber," U.S. Patent Application Serial Number 09/898.376, filed 5 July 2001.
5. Kathe, E., "MATLAB<sup>®</sup> Modeling of Non-Uniform Beams Using the Finite Element Method for Dynamic Design and Analysis," ARDEC Technical Report ARCCB-TR-96010, Benet Laboratories, Watervliet, NY, April 1996.
6. Ewins, D.J., *Modal Testing: Theory, Practice, and Application*, Research Studies Press. Ltd., Baldock, England, 2000.
7. den Hartog, J.P., *Mechanical Vibrations*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1956.
8. Kathe, E., "Lessons Learned on the Application of Vibration Absorbers for Enhanced Cannon Stabilization," *Proceedings of the Ninth U.S. Army Symposium on Gun Dynamics*, ARDEC Technical Report ARCCB-SP-99015 (E. Kathe, Ed.), Benet Laboratories, Watervliet, NY, November 1998, pp. 10.1-15.
9. Freymond, P.H., and Buckley, A., "Programmable Fuzing for Tube Launched Ammunition," *NDIA 35<sup>th</sup> Annual Gun and Ammunition Symposium*, Williamsburg, VA, May 2000.

---

TECHNICAL REPORT INTERNAL DISTRIBUTION LIST

	<u>NO. OF COPIES</u>
TECHNICAL LIBRARY ATTN: AMSTA-AR-CCB-O	5
TECHNICAL PUBLICATIONS & EDITING SECTION ATTN: AMSTA-AR-CCB-O	3
OPERATIONS DIRECTORATE ATTN: SIOWV-ODP-P	1
DIRECTOR, PROCUREMENT & CONTRACTING DIRECTORATE ATTN: SIOWV-PP	1
DIRECTOR, PRODUCT ASSURANCE & TEST DIRECTORATE ATTN: SIOWV-QA	1

NOTE: PLEASE NOTIFY DIRECTOR, BENÉT LABORATORIES, ATTN: AMSTA-AR-CCB-O OF ADDRESS CHANGES.

---

---

TECHNICAL REPORT EXTERNAL DISTRIBUTION LIST

	<u>NO. OF COPIES</u>		<u>NO. OF COPIES</u>
DEFENSE TECHNICAL INFO CENTER ATTN: DTIC-OCA (ACQUISITIONS) 8725 JOHN J. KINGMAN ROAD STE 0944 FT. BELVOIR, VA 22060-6218	2	COMMANDER ROCK ISLAND ARSENAL ATTN: SIORI-SEM-L ROCK ISLAND, IL 61299-5001	1
COMMANDER U.S. ARMY ARDEC ATTN: AMSTA-AR-WEE, BLDG. 3022 AMSTA-AR-AET-O, BLDG. 183 AMSTA-AR-FSA, BLDG. 61 AMSTA-AR-FSX AMSTA-AR-FSA-M, BLDG. 61 SO AMSTA-AR-WEL-TL, BLDG. 59 PICATINNY ARSENAL, NJ 07806-5000	1 1 1 1 1 2	COMMANDER U.S. ARMY TANK-AUTMV R&D COMMAND ATTN: AMSTA-DDL (TECH LIBRARY) WARREN, MI 48397-5000  COMMANDER U.S. MILITARY ACADEMY ATTN: DEPT OF CIVIL & MECH ENGR WEST POINT, NY 10966-1792	1
DIRECTOR U.S. ARMY RESEARCH LABORATORY ATTN: AMSRL-DD-T, BLDG. 305 ABERDEEN PROVING GROUND, MD 21005-5066	1	U.S. ARMY AVIATION AND MISSILE COM REDSTONE SCIENTIFIC INFO CENTER ATTN: AMSAM-RD-OB-R (DOCUMENTS) REDSTONE ARSENAL, AL 35898-5000	2
DIRECTOR U.S. ARMY RESEARCH LABORATORY ATTN: AMSRL-WM-MB (DR. B. BURNS) ABERDEEN PROVING GROUND, MD 21005-5066	1	COMMANDER U.S. ARMY FOREIGN SCI & TECH CENTER ATTN: DRXST-SD 220 7TH STREET, N.E. CHARLOTTESVILLE, VA 22901	1
COMMANDER U.S. ARMY RESEARCH OFFICE ATTN: TECHNICAL LIBRARIAN P.O. BOX 12211 4300 S. MIAMI BOULEVARD RESEARCH TRIANGLE PARK, NC 27709-2211	1		

---

NOTE: PLEASE NOTIFY COMMANDER, ARMAMENT RESEARCH, DEVELOPMENT, AND ENGINEERING CENTER,  
BENÉT LABORATORIES, CCAC, U.S. ARMY TANK-AUTOMOTIVE AND ARMAMENTS COMMAND,  
AMSTA-AR-CCB-O, WATERVLIET, NY 12189-4050 OF ADDRESS CHANGES.

---

DEPARTMENT OF THE ARMY  
ARMAMENT RESEARCH, DEVELOPMENT AND ENGINEERING CENTER  
BENET LABORATORIES, CCAC  
US ARMY TANK-AUTOMOTIVE AND ARMAMENTS COMMAND  
WATERVLIET, N.Y. 12189-4050

OFFICIAL BUSINESS  
AMSTA-AR-CCB-O  
TECHNICAL LIBRARY

## ANNEXE 7

University of Vermont

UVM ScholarWorks

---

Graduate College Dissertations and Theses

Dissertations and Theses

---

2022

### The Optimization of Rifle Barrel Harmonics

Daniel O'Neil  
University of Vermont

Follow this and additional works at: <https://scholarworks.uvm.edu/graddis>



Part of the [Mechanical Engineering Commons](#)

---

#### Recommended Citation

O'Neil, Daniel, "The Optimization of Rifle Barrel Harmonics" (2022). Graduate College Dissertations and Theses. 1608. <https://scholarworks.uvm.edu/graddis/1608>

This Thesis is brought to you for free and open access by the Dissertations and Theses at UVM ScholarWorks. It has been accepted for inclusion in Graduate College Dissertations and Theses by an authorized administrator of UVM ScholarWorks. For more information, please contact [schwks@uvm.edu](mailto:schwks@uvm.edu).

# The Optimization of Rifle Barrel Harmonics

A Thesis Presented by  
Daniel O'Neil  
to  
The Faculty of the Graduate College  
of  
The University of Vermont

In Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Specializing in Mechanical Engineering

August, 2022

Defense Date: July 19, 2022  
Thesis Examination Committee:

Dryver Huston, Ph.D., Advisor  
Eric Hernandez, Ph.D., Chairperson  
Jihong Ma, Ph.D.  
Cynthia J. Forehand, Ph.D., Dean of the Graduate College

## **Abstract**

From the optimization of mechanical systems perspective, firearms offer a plethora of complex scenarios. Many variables, coupled with sometimes unstable systems, must be balanced appropriately by the user to achieve precision, that is to say, to hit the target bullseye from some distance away with a small projectile launched on a parabolic trajectory. The sources of error entirely affect final terminal precision, some of them related to human factors, others related to the quality of the ammunition, and the remaining associated with the mechanical capability of the weapon. This thesis documents the vibrations analysis of an isolated rifle barrel, identifies barrel tip displacement and angle of rotation in firing scenarios both analytically and empirically, and makes recommendations on optimizations and control schemes to improve overall precision capability.

## Table of Contents

<b>List of Figures</b> .....	ii
<b>List of Tables</b> .....	iv
<b>1 Introduction</b> .....	1
<b>2 Literature Review</b> .....	5
<b>3 Barrel Loads and Natural Vibrations</b> .....	11
<b>4 Analytical Modeling Results Using ANSYS</b> .....	27
<b>5 Empirical Results</b> .....	30
<b>6 Barrel Optimizations</b> .....	40
6.1 Barrel Length .....	40
6.2 Barrel Moment of Inertia .....	44
6.3 Modal Mass Tuning.....	49
<b>7 Conclusions</b> .....	51
<b>References</b> .....	52
<b>8 Appendix</b> .....	54
8.1 Barrel Vibrations MATLAB Code.....	54
8.2 MATLAB Code Output Example .....	57

### List of Figures

1	Tikka T3x Bolt Action Rifle .....	2
2	Cartridge Loaded in Rifle Chamber .....	3
3	Typical Barrel Rifling .....	3
4	Representative Pressure Curve .....	5
5	A. Mallock Rifle Modes from "Vibration of Rifle Barrels", 1901 .....	6
6	Carbon Fiber Wrapped Machine Gun Barrels, Pyka et al., 2019 .....	7
7	Tank Armored Fighting Vehicle Dynamic MRS, Dursun et al., 2017 .....	8
8	G. Kolbe Tuned Rifle to Optimize Projectile Exit Time, 2021 .....	9
9	TacomHQ Structured Rifle Barrel .....	10
10	Chamber and Bore Forces During Firing Event .....	11

11	20 DOF Beam With Displacement Reactions at Node 1	13
12	20 DOF Beam With Displacement Reactions at Node 2	13
13	Displacement Degrees of Freedom Stiffness Matrix Through Node 10	14
14	Rotational Degree of Freedom Node 11	14
15	Rotational Degree of Freedom Node 12	15
16	20 Degree of Freedom Stiffness Matrix $K$ , for Tikka T3X Rifle	16
17	Condensed Stiffness Matrix, $[K_t]$	18
18	Discretized Mass Matrix, $[M]$	18
19	Natural Frequencies of Tikka T3X System, Eigenvalues	19
20	Modeshapes of Tikka T3X System, Eigenvectors	20
21	Modal Mass Matrix for 20DOF Tikka System	23
22	Impulse Response for Tikka System	24
23	Tikka System Response, Mode 1	26
24	Tikka System Response, Mode 2	27
25	ANSYS Static Structural Setup	28
26	ANSYS Static Structural Moving Force, Step 1	29
27	ANSYS Modal Analysis of Tikka T3X System, Mode 1, 38.6 Hz	29
28	ANSYS Modal Analysis of Tikka T3X System, Mode 2, 240.7 Hz	30
29	ANSYS Modal Analysis of Tikka T3X System, Mode 3, 669.8 Hz	30
30	Tikka System Rifle Barrel Test, DEWESoft DAQ, PCB Accels	32
31	Butterworth Filter Response Depending on Filter Order	33
32	Tikka System Rifle Barrel Test, Tap Test, 100kHz	33
33	Tikka System Rifle Barrel Test, Accelerometer Placement	34
34	Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 1, Shot 1	35
35	Tikka System Rifle Barrel Test, Empirically Determined Modes, Test 1, Shot 1	36
36	Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 1, Shot 2	36
37	Tikka System Rifle Barrel Test, Empirically Determined Modes, Test 1, Shot 2	37
38	Saturated Accelerometer, Test 2, Shot 2	38
39	Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 2, Shot 1	39
40	Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 2, Shot 2	40
41	Short Barrel Optimization vs. Tikka T3X System Response	43

42	Short Barrel Optimization vs. Tikka T3X System Action Time Response . . . .	44
43	12.5" Mid Gas System in 5.56mm (L) and 12.5" Piston System in 5.56mm (R) .	45
44	Grid Style Extruded Barrel Blank Model, Area Moment of Inertia Optimization	46
45	Grid Style Extruded Barrel Blank, Modal Analysis, Mode 2 . . . . .	47
46	Moment of Inertia Optimization vs. Tikka T3X System Response . . . . .	48
47	Moment of Inertia Optimization vs. Tikka T3X System Action Time Response .	49
48	Modal Mass Tuning Scenario vs Nominal Tikka T3X Vibration Response . . . .	51
49	Grid Style Extruded Barrel Blank, Modal Analysis, Mode 2 . . . . .	52

### List of Tables

1	Displacements from Empirical Test Results (* denotes data in question) . . . .	40
2	Tikka T3X Baseline Muzzle Performance at Projectile Exit . . . . .	41
3	Tikka T3X System L/2 Barrel Performance . . . . .	42
4	Optimization of Grid Style Extruded Barrel . . . . .	46
5	Tikka T3X System Tuned Nodal Masses Performance . . . . .	51

## Introduction

The use of tools to more efficiently perform a task, with few exceptions, is a decidedly human trait. Throughout history, humans have continued to invent, improve, design, iterate, and otherwise engineer tools to achieve goals and broaden overall technological capability. Of particular interest is in optimizing the modern rifle barrel for the purposes of improving precision and thereby augmenting overall mechanical performance of the weapon and ammunition combination. As a reader who is skilled in the art may understand, a mechanical assembly such as a rifle is susceptible to the laws of dynamics just like any other mechanism, and there are inefficiencies and errors that sum up to an overall degradation in performance. It is in eliminating, redirecting, or minimizing these sources of error that it is possible to achieve greater precision in a mechanical system such as a rifle. This thesis explores the mathematical options for optimizing rifle barrel performance through minimizing error. One source of error is the way the barrel behaves during a firing event. Consider the rifle(1) shown in Figure 1 in caliber 6.5 Creedmoor, which is a 6.5mm diameter projectile traveling at 2650 feet per second and with a weight of 130 grains or 9.07 grams.



Figure 1: Tikka T3x Bolt Action Rifle

This is an example of a modern bolt action rifle, and is representative of most commercially available sporting rifles. The rifle barrel itself is "free floated", meaning that it does not contact the firearm stock at any point along its length from the action to the muzzle. This degree of separation ensures the barrel can vibrate freely and naturally, without influence by external forces through stock contact, and perform repeatably for each firing event.

When a cartridge is loaded into the rifle and fired through the barrel as designed, the firing pin hits the cartridge primer, which ignites the smokeless powder (propellant) internally contained in the cartridge. The rapid burning of the propellant increases pressure severely until the projectile is forced out of the cartridge and down the barrel at a predetermined velocity based on projectile mass, propellant load, and cartridge volume (Figure 2).

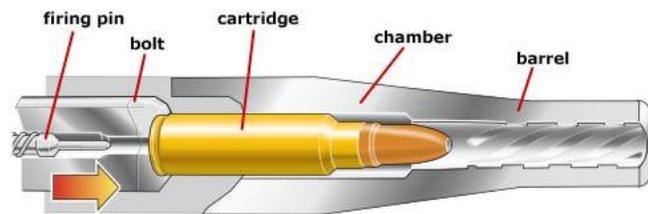


Figure 2: Cartridge Loaded in Rifle Chamber

(2)

As the projectile is forced out of the cartridge and into the rifling (Figure 3), the rifling engraves the projectile body and imparts spin. Barrels are typically designed with a consistent twist rate e.g. 1 rotation in 8 inches of travel or 1:8. With larger cannon barrels, it is common to have a variable twist rate or "gain twist", where the projectile spin rate increases the further it travels down the barrel and reaching a max spin at the muzzle end. This paper will consider only barrels with consistent twist rates, although the same principle could be applied to gain twist barrels.



Figure 3: Typical Barrel Rifling

(3)

Optimal barrel twist rate for a given projectile may be calculated using the Green Hill Formula, given bullet diameter, length, specific gravity, and constant C (C=150 for projectile velocities up to 2,800 feet per second(3)).

$$T = \frac{C * D^2}{L} * \sqrt{\frac{S_g}{10.9}} \quad (1)$$

Utilizing data for the 6.5 Creedmoor, Equation 1 becomes(3):

$$T = \frac{150 * .264^2}{1.380} * \sqrt{\frac{10.05}{10.9}} = 7.27 \frac{\text{inches}}{\text{rotation}} \quad (2)$$

For this projectile, a 1:7.27 twist rate would be optimal, however, commercially, barrels are produced in a 1:8 twist rate to handle a larger variety of available projectiles weights. While the projectile is traveling down the barrel, it is influenced by the burn rate of the propellant, and the subsequent pressure developed during the firing event. This is typically captured in a pressure curve, which peaks while the projectile is still traveling down the barrel bore. A representative pressure curve is shown below in Figure 4(4). It should be noted that the projectile is only influenced by barrel movement while it is *inside* the rifle barrel. After it exits,

the barrel may move and vibrate extensively however, it is irrelevant from the perspective of the projectile and its intended target.

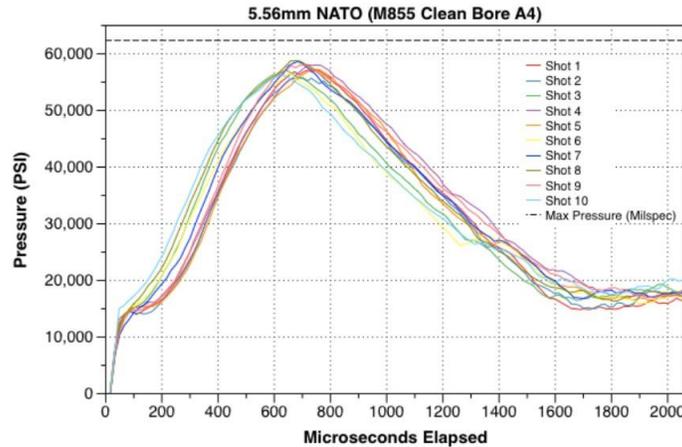


Figure 4: Representative Pressure Curve

For the short time that the projectile travels within the barrel bore, it is subjecting the barrel to reactionary loads, and follows the movement of the barrel as it vibrates at its natural modes. Loads reacted by the barrel, especially for imperfect projectiles or barrels, and natural vibration will cause deviations between the point of aim, and the point of projectile impact.

## Literature Review

An extensive amount of work has already been accomplished on rifled barrels for both commercial and military purposes. Mr. J. Siewert points out that "Barrel-pointing variability accounts for 85%-95% of the barrel-related dispersion error budget..."(21). As far back as the early 1900s, engineers and technicians were working to understand the dynamic movement of a rifle barrel and indeed, of the weapon itself, for the purposes of improving precision and system design. On June 6, 1901, Mr. A. Mallock by way of Lord Rayleigh, F.R.S., communicated a paper that discussed the phenomenon of rifle "flip" attributed to the method of which a rifle barrel is attached to its stock. That is to say, the rifle barrel center axis vertical offset from the point at which the stock contacts the user's shoulder, causing the muzzle to offset from the aimpoint during a firing (recoil) event. Mr. Mallock proposed rifle mode shapes based on the firing excitation, derived rudimentary equations of motion and that which described response, and measured natural frequencies based on a Lee Enfield Rifle(12). Mallock concludes that muzzle tip slope at the moment of projectile exit and cartridge velocity

variation as having a distinct effect on weapon precision. Mallock expresses in his paper that a "good modern sporting rifle will shoot within a probable deviation of considerably less than 2 feet from the intended path." Modern weapons and ammunition have made great strides since then!

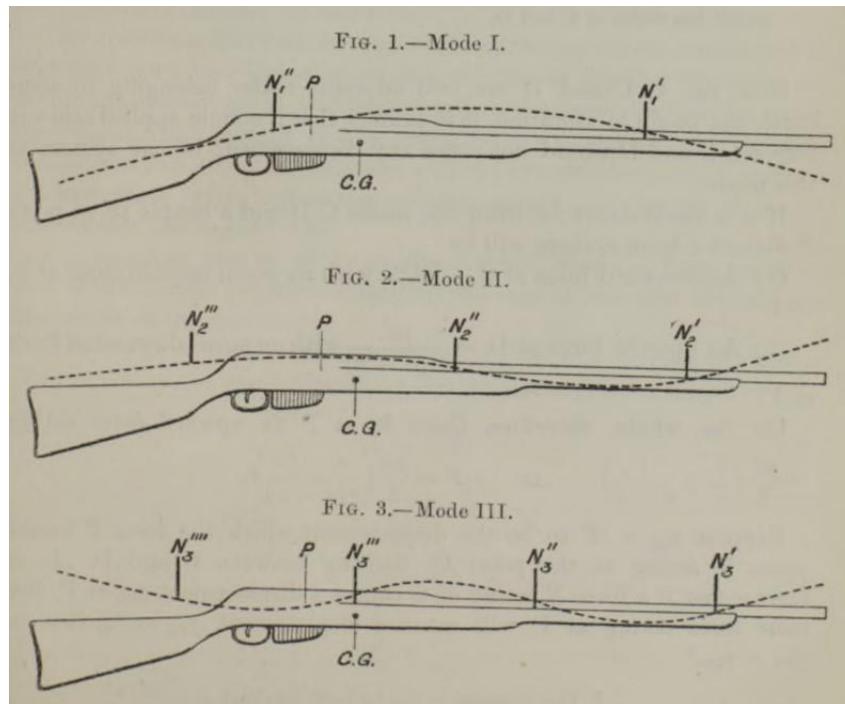


Figure 5: A. Mallock Rifle Modes from "Vibration of Rifle Barrels", 1901

More modern studies tend to be of the form of a Finite Element Analysis (FEA), checked against classical undamped equations of motion. Xu, Guan, Liu, and Xu in their paper "Study on Barrel Vibration Characteristics of Typical Sniper Rifle", use a traditional FEA approach to analyze a sniper rifle barrel, develop modeshapes and displacement, and then compare results to empirically collected data using a high speed camera. Their model to empirical data correlation was roughly 80% (13).

This was similarly accomplished by Pyka, Bocian, Jamroziak, Kosobudzki, and Kulisiewicz in the paper "Concept of a Gun Barrel Based on the Layer Composite Reinforced with Continuous Filament". In this case, the team developed an FEA model of a subject machine gun barrel, collected test data on that barrel, and then proposed a carbon fiber exterior sheath with which to augment barrel stiffness and therefore shift natural frequency in a mechanically favorable direction (14).



Figure 6: Carbon Fiber Wrapped Machine Gun Barrels, Pyka et al., 2019

Several works have come from *Firat BUYUK UKC IV ELEK* having to do with the dynamics and control of large bore cannons, specifically used in armored vehicles. In *BUYUK UKC IV ELEK*'s work on "Analysis and Control of Gun Barrel Vibrations, he delves into the factors affecting tank barrel motion and types of vibrations sustained in an armored vehicle. His data includes accelerometer data collected from live tank operations and from a fixtured shaker armature to support his hypothesis. Model development consistently utilizes FEA to approximate a real world system, and develop mode shapes and displacements. His solution is a "Tuned Vibration Absorber", or oscillating single degree of freedom system that cancels or reduces vibration amplitudes at individual barrel modes (15).

He also published a second work titled "A Review on the Gun Barrel Vibrations and Control for a Main Battle Tank" in cooperation with Dursan and Utlu, where they explored the relationship of tank cannon muzzle length to its anticipated displacement. He finds a direct relationship between barrel length and accuracy of that combat vehicle, especially for vehicles that are not static during a firing event. Their solution was a Dynamic Muzzle Reference System (DMRS) that controlled aiming offset and stabilized muzzle vibrations during the event to maximize precision of the cannon barrel. They also recommend shorter gun barrels (relative stiffness) and active vibration controls systems as potential optimization opportunities (16).

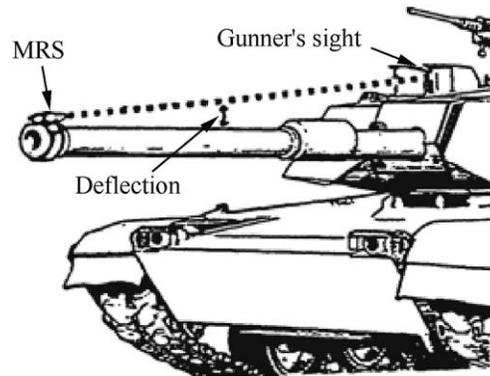


Figure 7: Tank Armored Fighting Vehicle Dynamic MRS, Dursun et al., 2017

Similarly, Koc, Esen, and Cay from Sakarya University published a paper on large caliber cannon barrels utilized in armored vehicles, specifically the effect of unbalanced projectiles and their related error. In their paper, they again define equations of motion particular to a tank cannon for each axis of oscillation, generate modal mass, stiffness matrix, and damping relative to barrel elements, and then generate cannon barrel predicted response. The purpose of their effort seems to be the utilization and validation of a novel analysis tool named 12 DOF FEM and Newman  $\hat{a}$  algorithm (17).

Mr. G. Kolbe developed an analysis and method for tuning rifle barrels to an optimum point for precision shooting at a known distance in his paper "Using Barrel Vibrations to Tune a Barrel". After a review of prior work both reputed and infamous (to include referencing Mr. Mallock's work from 1901 above), he discusses measurement of barrel motion in one axis (vertical), and the measurement of the exact moment the projectile leaves the muzzle by using what he terms a "muzzle gate". In this way, Kolbe collects muzzle angle, and muzzle velocity, which previously had only been derived using position, velocity, and acceleration mathematical models. He concludes with demonstrations of firing events with an untuned barrel firing groups at 50 yards, and a barrel tuned with a mass at the end to control projectile exit timing. With consistent projectile exit, Kolbe is able to significantly increase rifle precision. It is apparent that this tuning must be accomplished any time ammunition load or projectile weight change (18).



Figure 8: G. Kolbe Tuned Rifle to Optimize Projectile Exit Time, 2021

The company TacomHQ has developed a product termed "Structured Barrels" that they market as harmonically dead (19). The actual product is a large diameter barrel blank that is gun drilled and rifled along the center axis, as a normal rifle barrel would be, but it is then gun drilled concentrically to form tubes around the barrel. TacomHQ offers some explanation and analysis to support their claim. It appears that they have optimized a geometric shape, as it relates to its cross sectional moment of inertia, for increased stiffness, lower weight, and a natural frequency shift to reduce muzzle degree of freedom displacement and rotation.

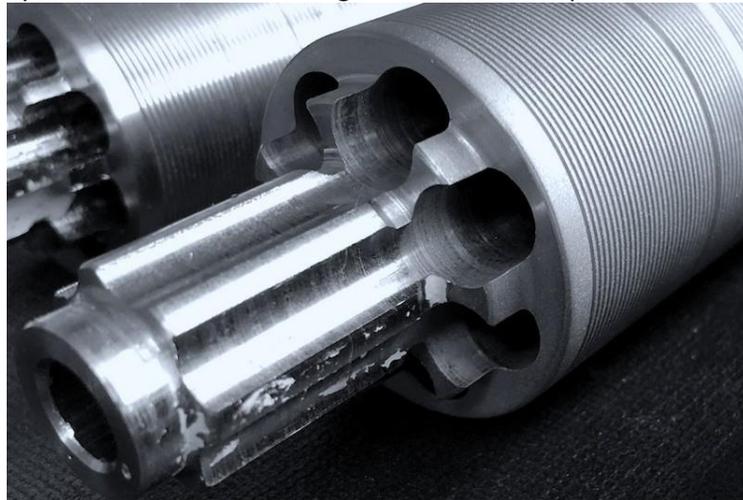


Figure 9: TacomHQ Structured Rifle Barrel

There is also a product sold under the company "Recreational Software, Inc", that allows a user to measure exact moment of exit of the projectile from a rifle barrel. This software guides the user in developing customized reloaded cartridges that take advantage of a specific rifle's barrel behavior during a firing impulse. It refers to muzzle "whip" and barrel "ringing" to describe barrel vibrations as a result of the firing event (22).

In Mr. Potts' "Things that affect rifle accuracy (and how to correct them)" article for ShootingUK, he discusses rifle vibrations as a significant source of error. "The cause of more inaccuracies and barrel problems than realized. The barrel vibrates as the bullet passes along its length, so it is best to keep that vibration as smooth and uniform as possible." He advocates for different types of rifle action bedding, that is, a way to stabilize and support the rifle action with substances like epoxy. He also mentions the importance of having a free floated barrel that is not contacted anywhere by the rifle fore end (23).

## Barrel Loads and Natural Vibrations

Referencing Calucci and Jacobsen(5), a perfectly homogenous and symmetric barrel will experience a predictable array of loads as the projectile travels down the bore. "During and after firing, the unbalanced forces on the gun may be categorized as the gas force  $F_R$ , the projectile resistance force  $F_{Pr}$ , and the rifling force  $F_T$ "(5). Figure 10 below shows where these loads occur.

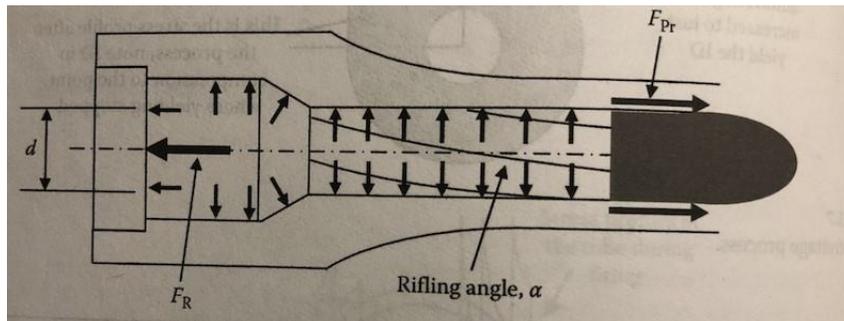


Figure 10: Chamber and Bore Forces During Firing Event

The rifling force may be related to the projectile force via the following equation:

$$F_T = \left(\frac{k}{d}\right)^2 * F_{Pr} * \tan(\alpha) \quad (3)$$

Where  $k$  is the projectile radius of gyration,  $d$  is projectile diameter, and  $\alpha$  is the angle of the rifling. Notionally, for a perfect rifle barrel firing a perfect projectile, there is no force unbalance reacted by the barrel, and thus no real impact to overall system precision at the moment the projectile exits the muzzle of the barrel and thereby out of its influence. With an asymmetric rifled bore, it is apparent that a force component of some magnitude would act on the rifle barrel in such a way as to effectively generate a moving load traveling at the point of projectile rifling contact perpendicular to the barrel wall. This force would be the rifling force  $F_T$  at its peak due to the barrel imperfection.

Let us shelve this concept for a moment and explore the mathematics that govern barrel movement during a firing event. For the purposes of developing a model, the barrel is assumed to behave elastically such that the equations of motion for a beam may be used. In this case, the boundary conditions are for a fixed-free configuration, and will be stated plainly below.

Firstly, let us start with the general equation of motion for a classically damped system:

$$mx'' + cx' + kx = F(t) \quad (4)$$

Equation 4 above is for a single degree of freedom system, subjected to a forcing function on the right side of the equation. Although only for a single degree of freedom, this equation may be leveraged to analyze  $n$  degrees of freedom (DOFs) through the process of Modal Analysis. In this case a more appropriate rendition of the equation for  $n$  degrees of freedom is the matrix format:

$$[M]\{x''\} + [C]\{x'\} + [K]\{x\} = \{F(t)\} \quad (5)$$

Where the  $[M]$  is the DOF lumped mass matrix,  $[C]$  is the damping matrix, and  $[K]$  is the stiffness matrix for the system. System free response and eigenvalues are determined from the mass and stiffness matrix only.

Considering our example system, the Tikka T3X 6.5 Creedmoor rifle, we can develop a mathematical model for barrel position relative to an axis coincident and parallel with the bore centerline by applying the classical equations of motion to a discretized number of segments of barrel length. In this way, each nodal displacement motion may be quantified. It is important to select an adequate number of degrees of freedom for this method of calculation, as too few will result in noticeable error from the discretization. The first iteration for this paper only contained 6 DOF and exhibited approximately 15-20% error when compared to Finite Element Analysis results. Let us consider 10 nodes and thus 20 degrees of freedom, understanding that each node will exhibit displacement and rotation. Utilizing beam displacement and rotation shapes from Tedesco (6), it is possible to develop the stiffness matrix one degree of freedom at a time. Degree of Freedom 1 and reaction moments and loads are displayed below in Figure 11.

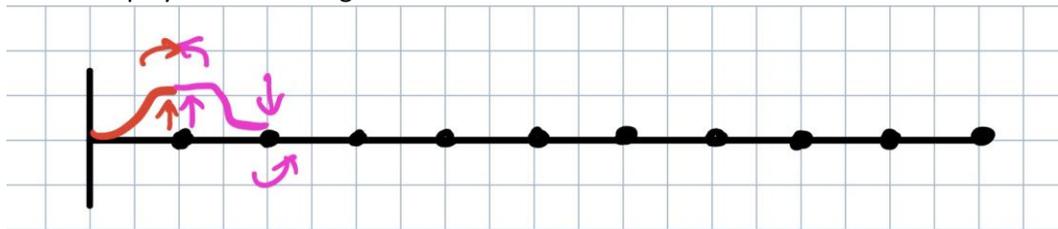


Figure 11: 20 DOF Beam With Displacement Reactions at Node 1

This is possible by applying a displacement of magnitude "1" at the node of interest, and fixing displacement of all other nodes in the system to 0. At this point, simple beam equations apply

at node 1. The end result is the stiffness vector  $\{K_1\}$ , which is a column vector of length 20 (for each DOF), and is displayed below:

$$K_1 = \left\{ \frac{24EI}{L^3}, \frac{-12EI}{L^3}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \frac{6EI}{L^2}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\} \quad (6)$$

Likewise for degree of freedom 2 at Node 2, the corresponding beam shape and stiffness vector  $\{K_2\}$  is:

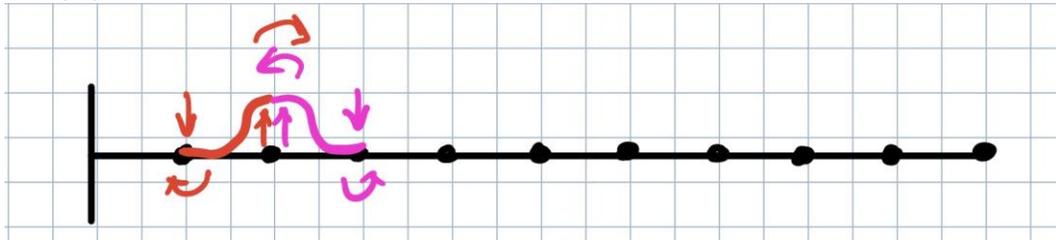


Figure 12: 20 DOF Beam With Displacement Reactions at Node 2

$$K_2 = \left\{ \frac{-12EI}{L^3}, \frac{24EI}{L^3}, \frac{-12EI}{L^3}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \frac{-6EI}{L^2}, 0, \frac{6EI}{L^2}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\} \quad (7)$$

This pattern continues through degree of freedom 10, which completes the displacement shapes of each node. For the Tikka T3X barrel, utilizing  $E_{steel} = 30 * 10^6 \frac{lbs}{in^2}$ ,  $OD = .75in$ ,  $ID = .22in$ ,  $I = \frac{\pi}{64}(OD^4 - ID^4)in^4$  and  $L = 23.5/n$  inches, the first 10 DOFs for the stiffness matrix are shown below. Note that the first 10 DOFs are displacement only, and the final stiffness matrix will be a 20 x 20.

1.0e+05 \*

8.2679	-4.1339	0	0	0	0	0	0	0	0
-4.1339	8.2679	-4.1339	0	0	0	0	0	0	0
0	-4.1339	8.2679	-4.1339	0	0	0	0	0	0
0	0	-4.1339	8.2679	-4.1339	0	0	0	0	0
0	0	0	-4.1339	8.2679	-4.1339	0	0	0	0
0	0	0	0	-4.1339	8.2679	-4.1339	0	0	0
0	0	0	0	0	-4.1339	8.2679	-4.1339	0	0
0	0	0	0	0	0	-4.1339	8.2679	-4.1339	0
0	0	0	0	0	0	0	-4.1339	8.2679	-4.1339
0	0	0	0	0	0	0	0	-4.1339	4.1339

Figure 13: Displacement Degrees of Freedom Stiffness Matrix Through Node 10

It should also be noted that the stiffness matrix is always symmetric. After applying beam formulas for each of the displacement degrees of freedom, the same must then be repeated for rotations at each node for 11-20th degrees of freedom. Similar to the displacements applied above to generate stiffness values, now rotations are applied at each node and reaction moments and forces are calculated. All other nodes have rotation fixed at 0, and the node of interest has a rotation (moment) applied. For node 11, the subsequent beam rotation shape(6) and reactions are:

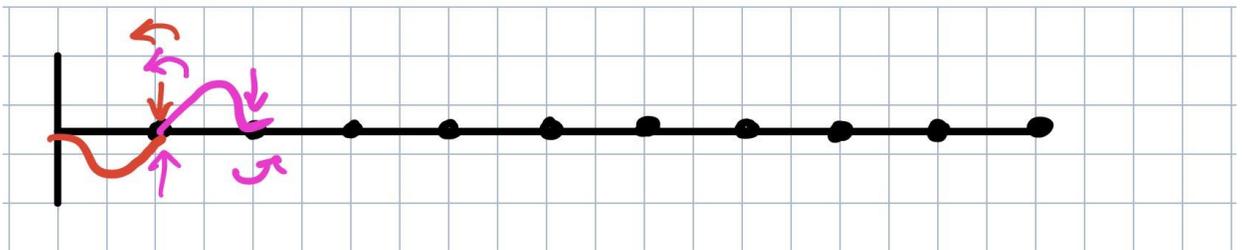


Figure 14: Rotational Degree of Freedom Node 11

And the resulting stiffness vector  $\{K_{11}\}$  is:

$$K_{11} = \left\{ 0, \frac{-6EI}{L^2}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \frac{8EI}{L}, \frac{2EI}{L}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\} \quad (8)$$

This process continues on to node 12 in the same fashion, generating the beam rotation shape as follows:

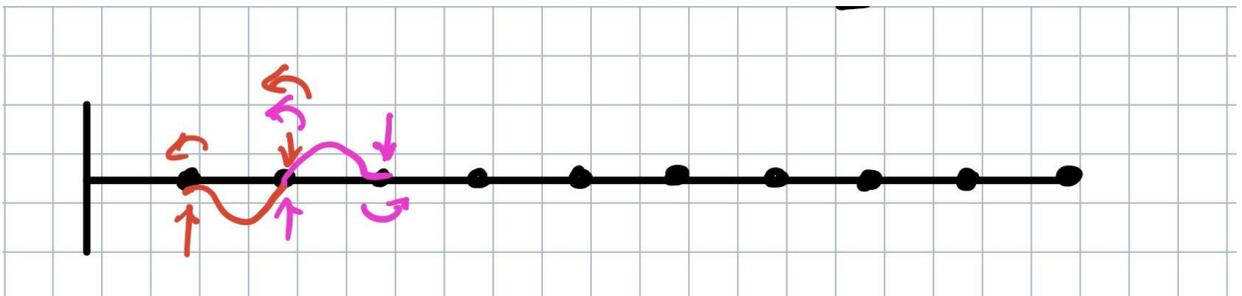


Figure 15: Rotational Degree of Freedom Node 12

and resulting stiffness vector  $\{K_{12}\}$ :

$$K_{12} = \left\{ \frac{6EI}{L^2}, 0, \frac{6EI}{L^2}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \frac{2EI}{L}, \frac{8EI}{L}, \frac{2EI}{L}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\} \quad (9)$$

Progressing through each displacement and rotational degree of freedom allows the development of the system stiffness matrix, dependent only on  $E$ ,  $I$ , and beam length  $L$ . Beam length is the linear distance between nodes on the beam, and is the *resolution* of the discretization that we are performing on the beam.

The resulting overall stiffness matrix with all degrees of freedom for 10 nodes is:

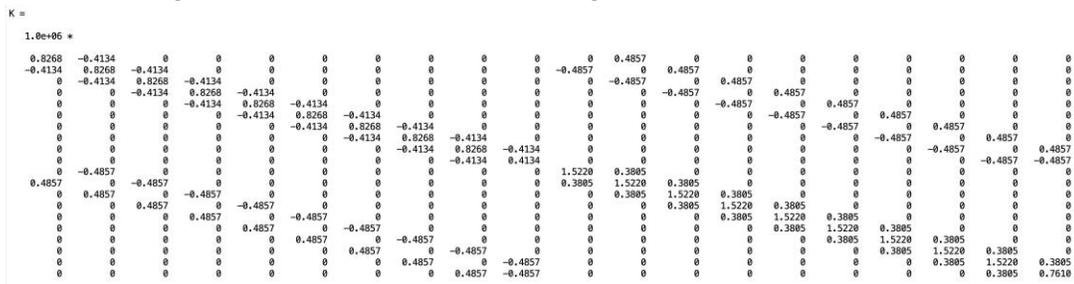


Figure 16: 20 Degree of Freedom Stiffness Matrix K, for Tikka T3X Rifle

Going back to the classical equation of motion below, we can now plug in the stiffness matrix, leaving the damping matrix  $[C]$  and the mass matrix  $[M]$  still undefined. The mass matrix is simple in that it is a diagonal matrix with each  $m_{ii}$  value equal to the overall mass of the barrel divided over the number of discretized segments. The damping matrix  $[C]$  is normally estimated during mathematical modeling, or determined empirically through test, which will be covered later in this thesis. For the purposes of this mathematical model, the damping value was assumed to be 5% for each degree of freedom.

$$[M]\{x''\} + [C]\{x'\} + [K]\{x\} = \{F(t)\} \quad (10)$$

Because rotational degrees of freedom do not have a mass associated with them, they may be disregarded by conducting a Static Condensation of the stiffness matrix  $K$ . It follows that the stiffness matrix  $[K]$  may be dissected into its displacement and rotational components per(6):

$$\begin{matrix} \boxed{?} & \boxed{?} & \boxed{?} & \boxed{?} & \boxed{?} \\ K_{tt} & K_{t\theta} & X & F_t & F_t \end{matrix}$$

$$\begin{bmatrix}
 \boxed{?} & & \boxed{??} & \boxed{?} = \boxed{?} & \boxed{?} = \boxed{?} & \boxed{?} \\
 \boxed{?} & & \boxed{??} & \boxed{?} \boxed{?} & \boxed{?} \boxed{?} & 0 \boxed{?} \\
 & K_{\vartheta t} & K_{\vartheta \vartheta} & \vartheta & F_{\vartheta} & 
 \end{bmatrix}$$

Where  $K$  is defined as:

$$\begin{bmatrix}
 \boxed{?} & & & \\
 & K_{tt} & & \boxed{?} \\
 \boxed{?} & & K_{t\vartheta} & \\
 \boxed{?} & & & \boxed{?} = K \\
 & K_{\vartheta t} & & \boxed{?} K_{\vartheta \vartheta}
 \end{bmatrix}$$

The subvectors  $X$  and  $\vartheta$  correspond to translational and rotational displacement(6) at each degree of freedom. The force subvectors  $F_t$  and  $F_{\vartheta}$  correspond to the displacement subvectors  $X$  and  $\vartheta$ . If force subvectors in the system do not include rotational components, then  $F_{\vartheta} = 0$ , and the stiffness matrix may be condensed. In this case, evaluating the rotational displacements per the above, a second submatrix may be developed as(6):

$$\vartheta = -K_{\vartheta \vartheta}^{-1} K_{\vartheta t} X \tag{11}$$

Expanding the submatrix results in:

$$K_{tt} X + K_{t\vartheta} \vartheta = F_t \tag{12}$$

And substituting Equation 11 into Equation 12 results in:

$$(K_{tt} - K_{t\vartheta} K_{\vartheta \vartheta}^{-1} K_{\vartheta t}) X = F_t \tag{13}$$

Therefore, the overall stiffness matrix equation shown above may be represented more simply as the condensed matrix:

$$K_t X = F_t \tag{14}$$

Where  $K_t$  is represented as:

$$K_t = K_{tt} - K_{t\vartheta} K_{\vartheta \vartheta}^{-1} K_{\vartheta t} \tag{15}$$

In this way, only the degrees of freedom with associated mass are represented in the condensed matrix (10x10) which also correlates to the sizes of both  $[M]$  and  $[K]$ . This extensive matrix math is easily computed in MATLAB, resulting in the following:

Kt =

1.0e+05 \*

6.4870	-4.1020	1.6530	-0.4429	0.1187	-0.0318	0.0085	-0.0023	0.0006	-0.0001
-4.1020	5.0555	-3.7184	1.5502	-0.4154	0.1113	-0.0298	0.0079	-0.0020	0.0003
1.6530	-3.7184	4.9528	-3.6909	1.5428	-0.4134	0.1107	-0.0295	0.0074	-0.0012
-0.4429	1.5502	-3.6909	4.9454	-3.6889	1.5422	-0.4131	0.1102	-0.0275	0.0046
0.1187	-0.4154	1.5428	-3.6889	4.9448	-3.6886	1.5417	-0.4111	0.1028	-0.0171
-0.0318	0.1113	-0.4134	1.5422	-3.6886	4.9442	-3.6866	1.5343	-0.3836	0.0639
0.0085	-0.0298	0.1107	-0.4131	1.5417	-3.6866	4.9369	-3.6591	1.4315	-0.2386
-0.0023	0.0079	-0.0295	0.1102	-0.4111	1.5343	-3.6591	4.8341	-3.2755	0.8904
0.0006	-0.0020	0.0074	-0.0275	0.1028	-0.3836	1.4315	-3.2755	3.4026	-1.2561
-0.0001	0.0003	-0.0012	0.0046	-0.0171	0.0639	-0.2386	0.8904	-1.2561	0.5538

Figure 17: Condensed Stiffness Matrix,  $[K_c]$

M =

1.0e-03 \*

0.6999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.6999	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.6999	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.6999	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.6999	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0.6999	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.6999	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.6999	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.6999	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6999

Figure 18: Discretized Mass Matrix,  $[M]$

With  $[K]$  and  $[M]$ , we are now interested in the modeshapes and natural frequencies of the system. This is achieved by solving the Eigenproblem for both Eigenvectors and Eigenvalues. Knowing the equations of motion for the system (Equation 4), and disregarding any system damping, we can set it equal to zero and postmultiply by the inverse of the mass matrix ( $[M]^{-1}$ ) to yield (6):

$$[J]\{x''\} + [K_c][M]^{-1}\{x\} = 0 \tag{16}$$

Since:

$$[D] = [M]^{-1}[K_t] \quad (17)$$

And we know that simple harmonic motion takes the form:

$$\{x(t)\} = \{A\}\sin(\omega t + \varphi) \quad (18)$$

then:

$$[[D] - \lambda[I]]\{A\} = 0 \quad (19)$$

Which is recognized as the standard eigenvalue problem. Its solution results in an eigenvalue diagonal matrix of natural frequencies for each degree of freedom, and an eigenvector matrix of modeshapes. The solution to which is simplified by utilizing the *eig* function in MATLAB, and resulting in the following frequency and modeshape matrices:

```
freq =
1.0e+03 *
 7.4446    0    0    0    0    0    0    0    0    0
 0    6.6296    0    0    0    0    0    0    0    0
 0    0    5.4824    0    0    0    0    0    0    0
 0    0    0    4.2398    0    0    0    0    0    0
 0    0    0    0    3.0704    0    0    0    0    0
 0    0    0    0    0    2.0601    0    0    0    0
 0    0    0    0    0    0    1.2437    0    0    0
 0    0    0    0    0    0    0    0.6322    0    0
 0    0    0    0    0    0    0    0    0.2248    0
 0    0    0    0    0    0    0    0    0    0.0357
```

Figure 19: Natural Frequencies of Tikka T3X System, Eigenvalues

sai =

0.6053	0.9645	-1.0000	1.0000	-0.9153	0.7315	0.4866	0.2805	0.1092	0.0163
-0.7825	-1.0000	0.6101	-0.0397	-0.5761	0.9835	1.0000	0.7625	0.3590	0.0624
0.9282	0.7768	0.1347	-0.8637	0.8826	-0.1470	0.6792	1.0000	0.6379	0.1336
-1.0000	-0.3053	-0.7928	0.7293	0.3804	-1.0000	-0.2687	0.7782	0.8492	0.2257
0.9948	-0.2614	0.8919	0.2962	-0.9603	-0.2581	-0.9234	0.1786	0.9215	0.3343
-0.9128	0.7462	-0.3632	-0.9603	-0.1977	0.8968	-0.6374	-0.4882	0.8169	0.4555
0.7604	-0.9971	-0.4210	0.4547	1.0000	0.6385	0.2855	-0.8579	0.5337	0.5856
-0.5496	0.9365	0.9110	0.6102	0.0179	-0.6081	0.8826	-0.7068	0.1021	0.7213
0.2916	-0.5709	-0.7397	-0.8958	-0.9446	-0.8059	0.4781	-0.0584	-0.4273	0.8601
-0.0758	0.1586	0.2321	0.3394	0.4721	0.6077	-0.7163	0.8638	-1.0000	1.0000

Figure 20: Modeshapes of Tikka T3X System, Eigenvectors

Although the stiffness matrix and corresponding Eigenvalue problem was developed independent of the forcing function  $F(t)$ , we now must consider how damping and the forcing function impact the system's vibration response during a firing event. If the forcing function remained static at one point of the barrel, the solution and subsequent system response would be trivial. However, the projectile in this case is not stationary. The forcing function, for the purpose of this mathematical model, was set up as an asymmetric load on the rifling, traveling down the barrel with the projectile. In order to correctly build this model, Warburton was consulted on moving loads in vibrational systems(7), and Blevins was used for modeshape equations(8).

At  $t = 0$ , it is assumed that the projectile is still unfired and in the chamber, and no motion has yet started. At  $t$  corresponding to the travel of the projectile down the barrel distance  $x$  at velocity  $U$ , the subsequent projectile position is  $x = Ut$ . If said projectile travels at a muzzle velocity of  $2,650 \frac{feet}{sec}$ , or  $31,800 \frac{inch}{sec}$ , then the projectile is influenced by barrel vibrations for the first  $\frac{L}{U}$  of the response. For the Tikka, with a barrel length of 23.5 inches, the time of influence is:

$$t_i = \frac{L}{U} = \frac{23.5in}{31800 \frac{in}{sec}} = .00074sec \quad (20)$$

However, this erroneously assumes an instantaneous velocity, and does not account for the realistic time for primer strike, combustion and pressure to build, and projectile exit from the muzzle. This term is called *action time*, and will be assumed to be 0.002 seconds, or a corresponding average velocity of  $11,750 \frac{in}{sec}$ , in line with similar cartridge industry empirical data. Warburton sets up the moving forcing function (constant force) for a simply supported beam as(7):

$$\phi_s(a) = 2^{\frac{1}{2}} * \sin \frac{s\pi U T}{l} \quad (21)$$

Where  $s$  is the mode ( $s=1, 2, 3, \dots$ ),  $U$  is projectile velocity, and  $t$  is time of projectile travel (starting from 0). The  $2^{\frac{1}{2}}$  is a normalizing factor particular to his solution for a moving force on a simply supported beam(7). Warburton provides the solution as:

$$q_s = B_s \sin(\omega_s t) + C_s \cos(\omega_s t) + 2^{\frac{1}{2}} \frac{P}{m} \frac{\sin(s\pi \frac{U t}{l})}{\omega_s^2 - (s\pi \frac{U}{l})^2} \quad (22)$$

If the beam starts at rest when  $t=0$ , then initial conditions and boundary conditions drive  $q(0) = 0 = \dot{q}$  and the solution becomes (7):

$$q_s = \frac{2^{\frac{1}{2}} P}{m} \frac{\sin(s\pi \frac{U t}{l}) - (s\pi \frac{U}{l}) \sin(\omega_s t)}{\omega_s^2 - (s\pi \frac{U}{l})^2} \quad (23)$$

Since gunfire provides broadband excitation, we assume that the forcing function occurs at the natural frequency of the mode being excited in the Tikka T3X system. Equation 23 may then be replaced by:

$$\ddot{q}_s + \omega_s^2 q_s = \frac{2^{\frac{1}{2}} P}{m} \sin(\omega_s t) \quad (24)$$

With the conditions at  $t=0$  applied, the solution becomes:

$$q_s = \frac{P}{2^{\frac{1}{2}} m \omega_s^2} (\sin(\omega_s t) - \omega_s t \cos(\omega_s t)) \quad (25)$$

However, this is inadequate to describe the function for a cantilever beam such as a rifle barrel; instead the case needed is *fixed-free*. Referring to Blevins modeshapes, it is understood that a fixed-free system's (Blevins labels it a "clamped-free" system) modeshapes may be mathematically re-created using the following sine and cosine functions:

$$\rho_i = \cosh\left(\frac{\lambda_i x}{L}\right) + \cos\left(\frac{\lambda_i x}{L}\right) - \sigma_i \left[ \sinh\left(\frac{\lambda_i x}{L}\right) + \sin\left(\frac{\lambda_i x}{L}\right) \right] \quad (26)$$

Where  $\lambda_i$ , specifically for Equation 26, is the following vector, corresponding to mode(8):

$$\lambda_i = \{1.87510407, 4.69409113, 7.85475744, \dots\} \tag{27}$$

And likewise,  $\sigma_i$  is a vector corresponding to each mode(8):

$$\sigma_i = \{.734095514, 1.018467319, .999224497, \dots\} \tag{28}$$

Because we know that Warburton’s method in Equation 24 is based on a simply supported beam, we also know the modeshapes are sinusoidal. For a fixed-free system, the *sin* in Equation 24 was replaced with the modeshape equation in Equation 26, and then utilized to derive the modal force equation as:

$$MF_i = \frac{2^{\frac{1}{2}} P \rho_i}{\mu_{ii}} \tag{29}$$

In the modal force equation above (Equation 29), P is the magnitude of the moving force,  $\rho_i$  is the modal influence (Blevins modeshape), and  $\mu_{ii}$  is the modal mass value for the *i*th node. The modal mass matrix  $[\mu]$  is necessary to achieve proportional values in the response calculation, and is a result of the transformation of the form:

$$[\mu] = \{\psi\}^T [M] \{\psi\} \tag{30}$$

The actual Modal Mass matrix used is:

MM =										
	0.0039	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000
	-0.0000	0.0038	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000
	0.0000	-0.0000	0.0032	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0033	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0036	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0032	-0.0000	-0.0000	0.0000
	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0032	-0.0000	-0.0000
	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0030	-0.0000
	0	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0021

Figure 21: Modal Mass Matrix for 20DOF Tikka System

At this point, the moving force for each mode,  $MF_i$ , may be calculated, which results in the right side of the modal equation shown above. Set up for the Tikka T3X fixed-free system, the response equation is:

$$\ddot{q}_s + \omega_s^2 q_s = \frac{2^{\frac{1}{2}} P \rho_i}{\mu_{ii}} = MF_i \quad (31)$$

This modal force is applicable only while the projectile is traveling down the barrel. At all other points in time, the modal force on the right side of the equation is 0. We know that this modal equation of motion was derived using a modal transformation of the form:

$$[\Psi]^T[M][\Psi]\{\ddot{q}\} + [\Psi]^T[C][\Psi]\{\dot{q}\} + [\Psi]^T[K][\Psi]\{q\} = MF_i \quad (32)$$

The next question is how to solve Equation 31? A direct integration is possible, but cumbersome and nontrivial. It is more appropriate to solve using the convolution integral or *Duhamel's* integral. Duhamel's integral is stated as(6):

$$dx = F(\tau)d\tau * h(t - \tau) \quad (33)$$

Due to the principle of superposition, meaning that each segment of the the response integration may be added together to obtain the complete response, the Duhamel integral may be expressed instead as:

$$x(t) = \int_0^t F(\tau)h(t - \tau)d\tau \quad (34)$$

In order to solve Equation 31, we must utilize Duhamel's integral to convolve the impulse response of the system  $h(t)$  with the modeshape matrix  $\psi$ .

The impulse response  $h(t)$  is easily calculated from the characteristics of the dynamic system  $\omega$  or natural frequency,  $\omega_d$  or damped natural frequency, mass, and time. It is:

$$h(t) = \frac{1}{m\omega_d} e^{-\zeta\omega t} \sin(\omega_d t) \quad (35)$$

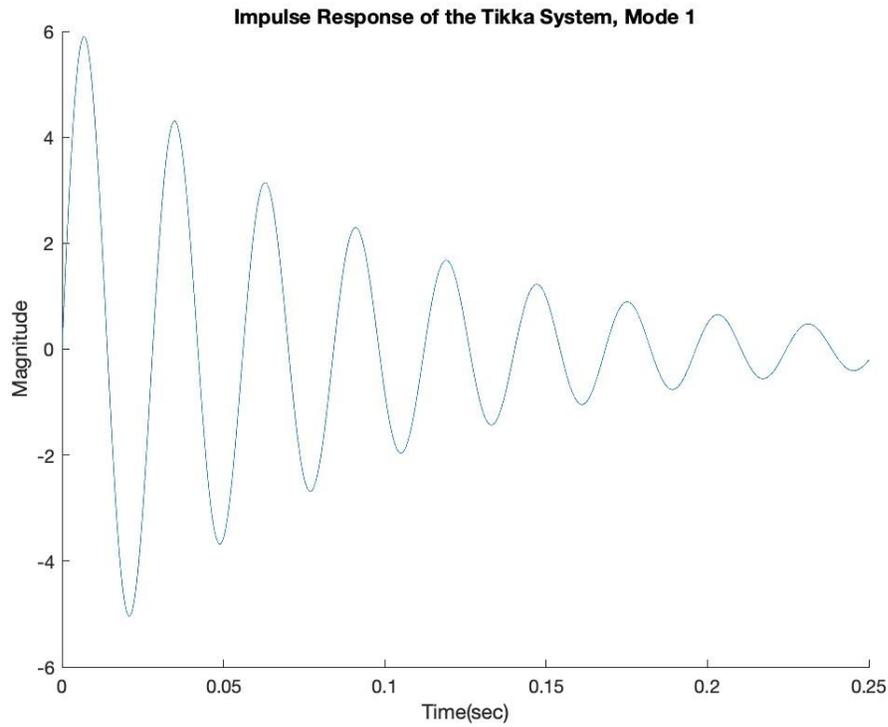


Figure 22: Impulse Response for Tikka System

Because the principle of superposition was used to establish Duhamel's integral, we may apply

it to this linear system and determine the response due to excitation from a gunfire event(6). Substituting the impulse response into Duhamel's integral gives:

$$x(t) = \frac{1}{m\omega_d} \int_0^t F(\tau) e^{-\zeta\omega(t-\tau)} \sin\omega_d(t-\tau) d\tau \quad (36)$$

The result of evaluating this convolution integral, and multiplying by the modal force, is in modal coordinates and must be transferred back to physical coordinates by multiplying by the modeshape matrix  $\psi$  which gives the equation of motion  $q$  for each mode. Again due to the principle of superposition, the total response may be obtained by adding up the  $q$  value for each mode at each point in time.

This process was accomplished for modes one and two in this mathematical model, and the resulting responses are shown below:

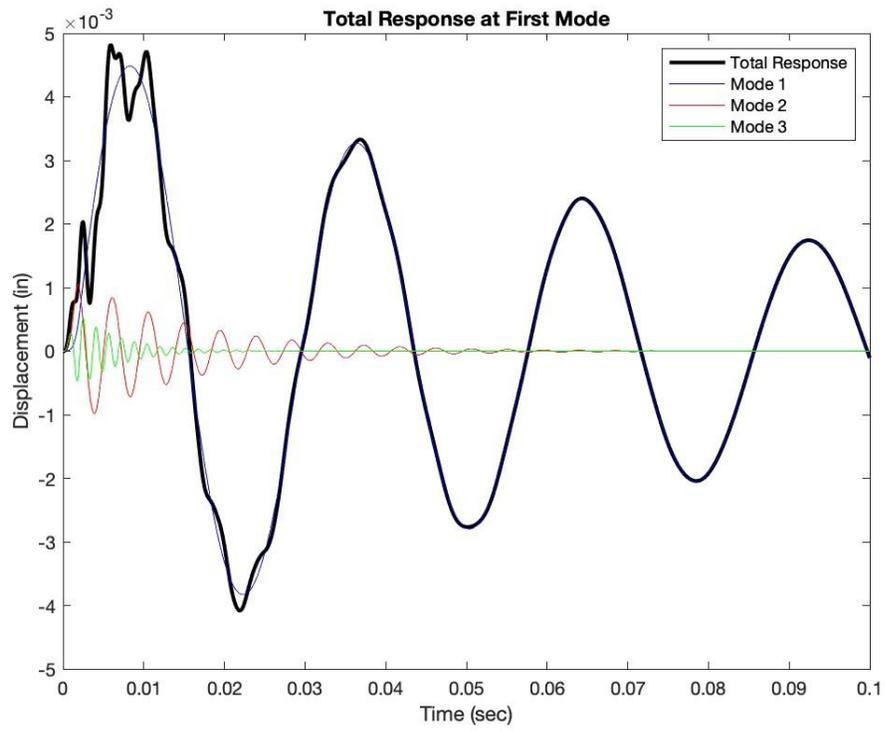


Figure 23: Tikka System Response, Mode 1

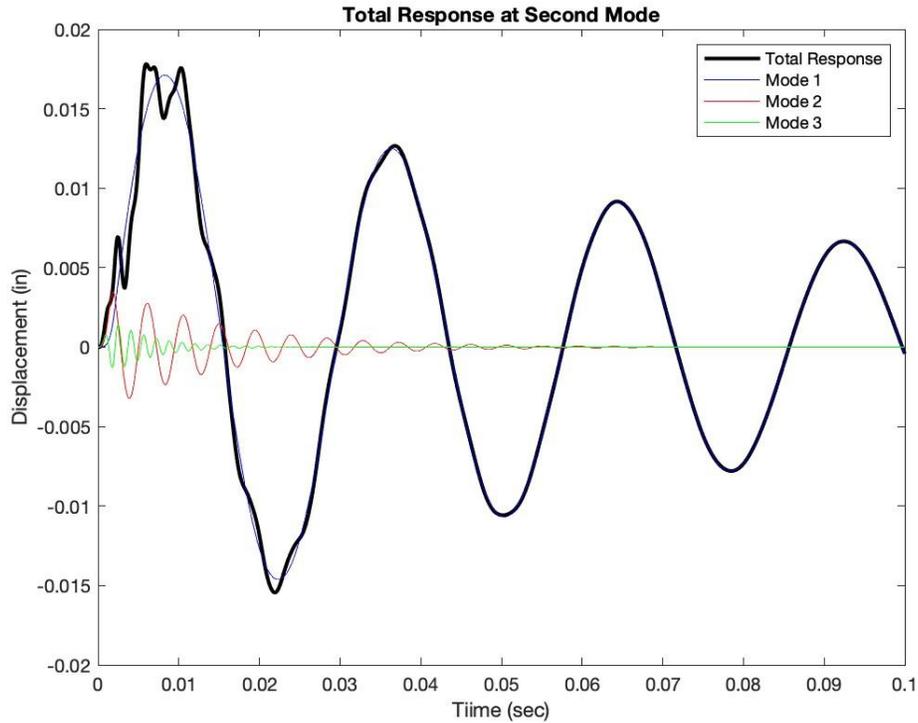


Figure 24: Tikka System Response, Mode 2

The first three modes of the Tikka system occur at 35.7, 224.8, and 632.2 Hz respectively according to the discretized model discussed above.

A double check utilizing the Blevins calculations for fixed-free beam natural frequency result in:

$$f_i = \frac{\lambda_i}{2\pi L} \left( \frac{EI}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (37)$$

Where  $\lambda_i = [1.87510407, 4.69409113, 7.85475744, \dots]$  according to the values specified in Blevins Modeshapes(8).

The Blevins calculation results in the first three modes occurring at 39.3, 246.0, and 688.9 Hz which are within 10% of the discretized model

## Analytical Modeling Results Using ANSYS

ANSYS was also utilized to correlate the analytical models to the subsequent empirical data. For the ANSYS model, the rifle barrel was represented exactly to dimension, as a 23.5" long tube with inner and outer diameter's to match the actual rifle barrel geometry. A pre-stressed Modal Analysis method was used to simulate a force moving down the barrel. The receiver end of the barrel was fixed by constraint. The barrel itself was constrained with a remote displacement to allow only displacement in the Y axis (vertical component), and rotation of each degree of freedom about the X axis. Z axis deflection and oscillation were considered negligible for this analysis.

Using the Static Structural Module to create the pre-stressed environment, a force was applied to each discretized segment of the rifle barrel in steps, with the force moving to the next segment with each step increment. The Static Structural analysis was then fed into a Modal Analysis Module for the final modal calculations of modeshape and natural frequencies.

The rifle barrel was set up in ANSYS as:

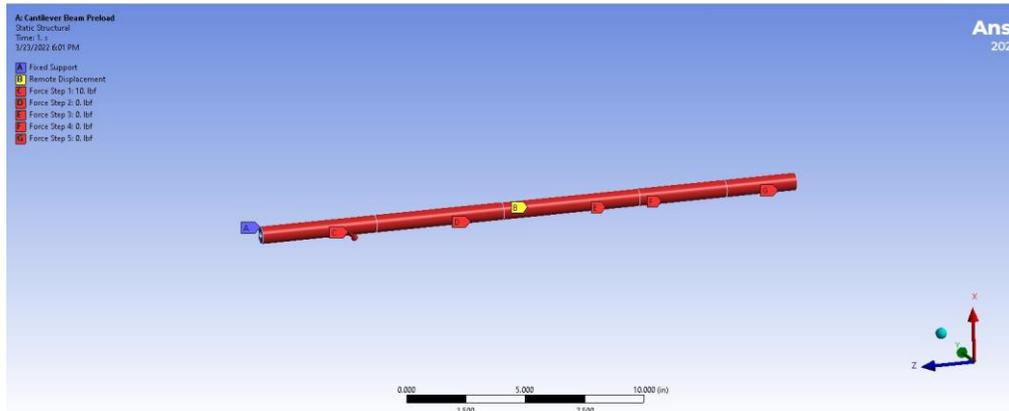


Figure 25: ANSYS Static Structural Setup

With constraints applied, the moving force function was arranged to shift to the next beam segment with each step of the iteration:

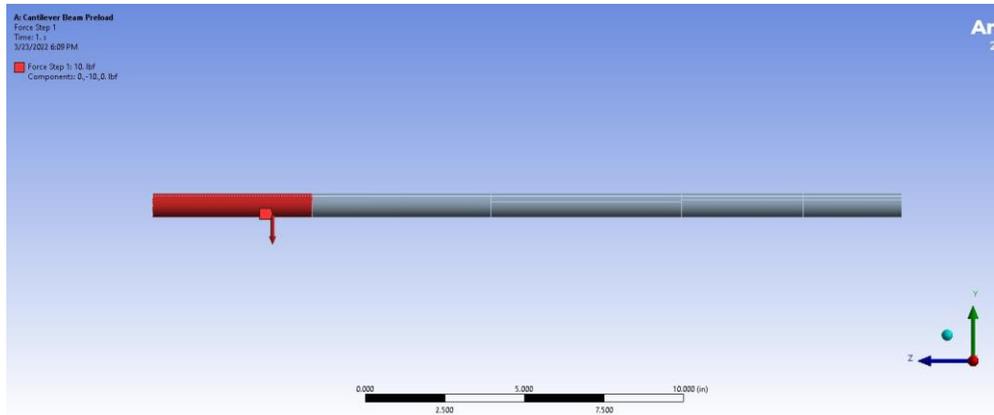


Figure 26: ANSYS Static Structural Moving Force, Step 1

The Modal Analysis was set up to calculate modal displacement. The magnitude of deflection is not true to the actual system; it is scalable by any factor, similar to the modeshapes matrix  $\psi$ . Modes 1 through 3 are shown below.

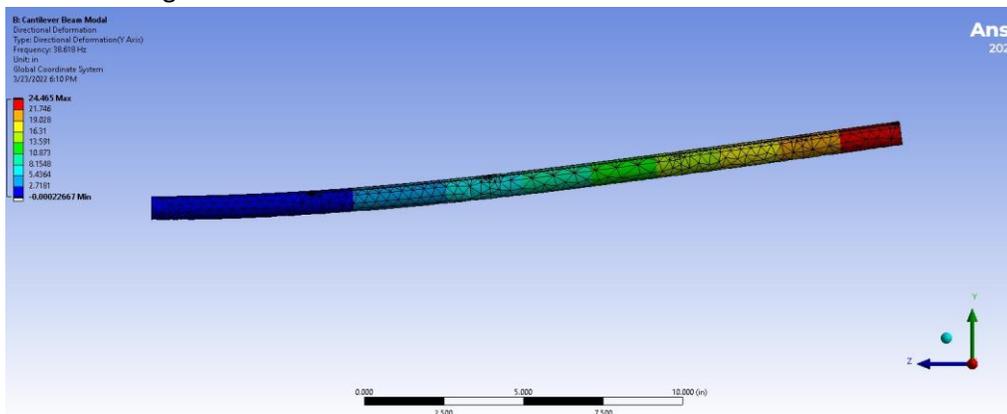


Figure 27: ANSYS Modal Analysis of Tikka T3X System, Mode 1, 38.6 Hz

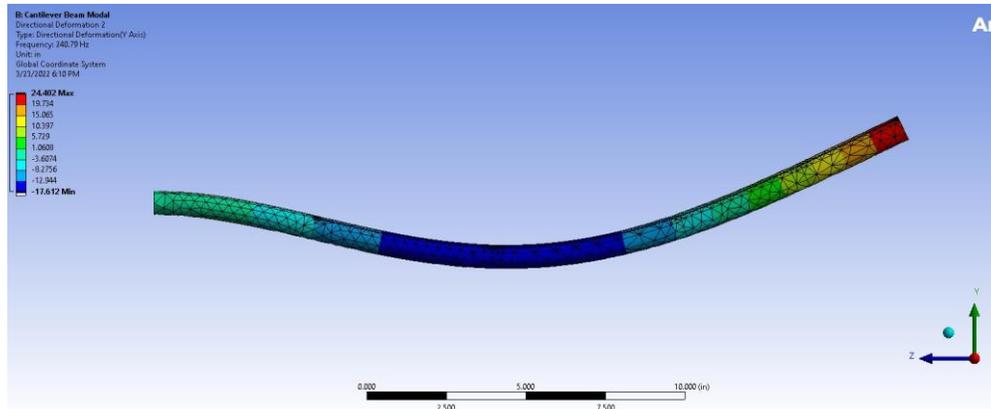


Figure 28: ANSYS Modal Analysis of Tikka T3X System, Mode 2, 240.7 Hz

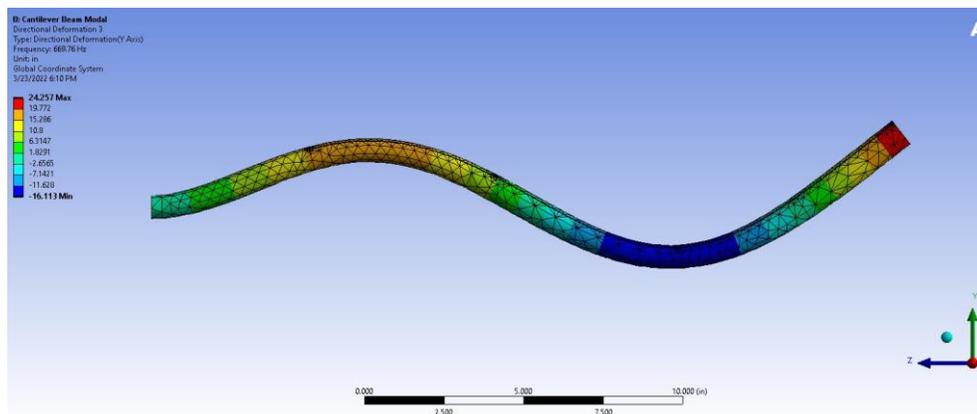


Figure 29: ANSYS Modal Analysis of Tikka T3X System, Mode 3, 669.8 Hz

The ANSYS Modal Analysis for the first three modes of the Tikka T3X system resulted in natural frequencies of 38.6, 240.7, and 669.8 Hz. Modeshapes matched the discretized mathematical model within 7%, and also the Blevins calculations(8) to within 3%.

## Empirical Results

Before proposing any changes to the Tikka system, especially as an improvement, it is important to correlate the models developed with real world empirical data. To that end, a Tikka T3X rifle was utilized to collect live fire data with a DEWESoft Sirius (10) Data Acquisition (DAQ) System and PCB Accelerometers. It proved to be difficult to collect valid data due to high acceleration loading during firing events, and resultant low data resolution which prompted a second live fire event. The data and conclusions presented below are arranged in the order easiest for the reader to follow, and not in the order in which the data were collected.

Testing was set up at a private range facility, and utilized twin +/-500G accelerometers mounted to the rifle barrel. The action time for primer strike to projectile exit was assessed as occurring within 2 milliseconds, which drove the choice for channel sample rate. This equated to an event frequency of  $\frac{1}{actiontime} = \frac{1}{.002} = 500Hz$ . In terms of signal processing, the Nyquist

Theorem dictates that, in order to capture frequency content with known error in peak magnitude, we must sample at least twice the frequency of event occurrence. Sampling faster than 2x increases the accuracy of the peak magnitudes, for example, at the dominant frequencies. The more oversampled the data set, the more accurate the frequency content magnitudes, and the smaller each frequency bin may be (x axis resolution) for a frequency domain transform. Common industry measurement practice is to oversample by a factor of at least 10.



Figure 30: Tikka System Rifle Barrel Test, DEWESoft DAQ, PCB Accels

In order to understand free vibration modes and magnitudes, a tap test was performed on the rifle barrel. Accelerometers were placed at the muzzle and at 5 inches from the muzzle towards the breech end of the barrel. The accelerometers were secured to the barrel using hose clamps; one placed at the muzzle end, and one placed 5 inches back towards the breech end from the muzzle. A sample rate of 100kHz was selected for the tap test to ensure data resolution during post processing. The DAQ system was set up to apply an antialiasing Butterworth filter at 50kHz. Higher order filters are normally used when sharp data attenuation is desirable. Figure 31 demonstrates a Butterworth filter response dependant on the utilized filter order.

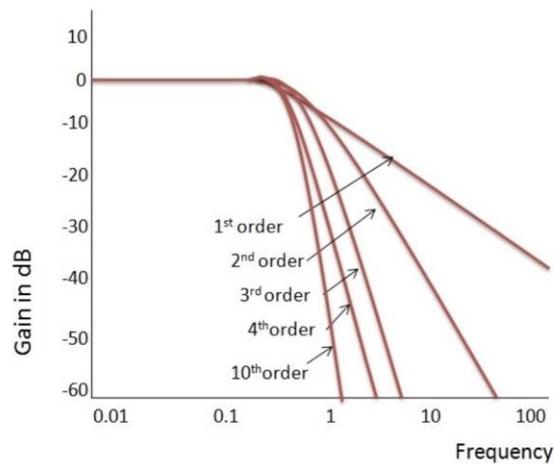


Figure 31: Butterworth Filter Response Depending on Filter Order

(20)

With the system live and collecting data, the barrel was rapped sharply with a steel screwdriver to excite its natural modes.

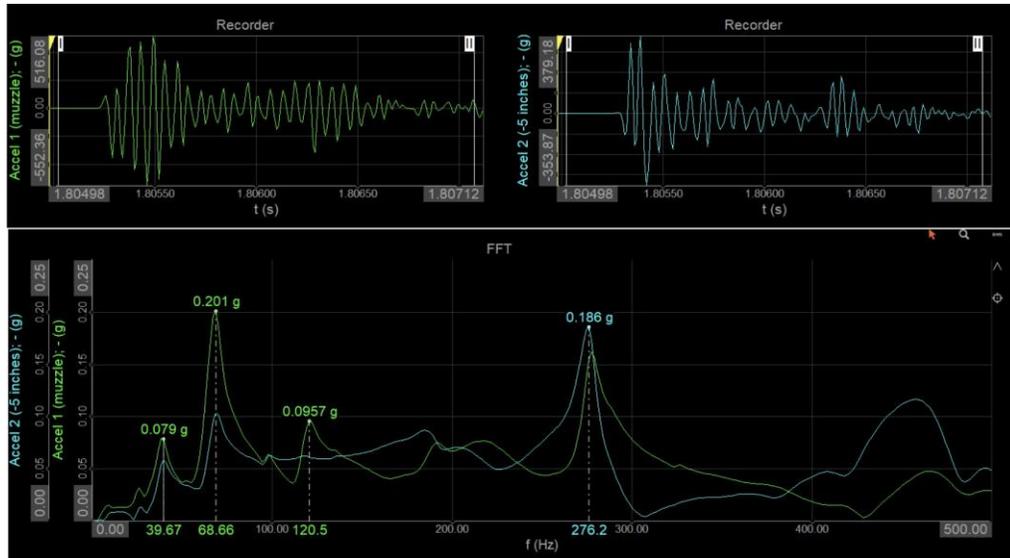


Figure 32: Tikka System Rifle Barrel Test, Tap Test, 100kHz

The tap test results were analyzed within a 0.002 second window of time, and cleanly show the impulse, free vibration of the system, and the modes of oscillation in the Fast Fourier Transform (FFT). Data was plotted up to 500 Hz as the window of interest since high frequency modes were orders of magnitude lower in amplitude. Note that the first and second barrel modes are dominant in the FFT, along with other modes excited within the system. This is expected since a complete rifle system is the subject of this test, not just the rifle barrel.

The first live fire test mimicked the set up for the tap test, accelerometers were placed at the muzzle end and at approximately 3 inches aft from the muzzle end towards the breech end. Accelerometer rigid wax was used to fix the accelerometers in place, and held consistent throughout each round fired, although lower magnitude accelerations resulted in this measurement iteration. This is assessed as due to the coupling between the barrel and accelerometers; the accelerometer wax was not as stiff as the hose clamps used for the tap test and second live fire test. The rifle itself was held rigidly by a Pig Saddle and aluminum field shooting tripod from Shadow Tech(9). The rifle was man fired for each data set collected. Again, the DEWESoft DAQ system was set up for two channel data collection, this time at 20kHz per channel, with an antialiasing filter placed at 8kHz. The resultant data is shown below.



Figure 33: Tikka System Rifle Barrel Test, Accelerometer Placement

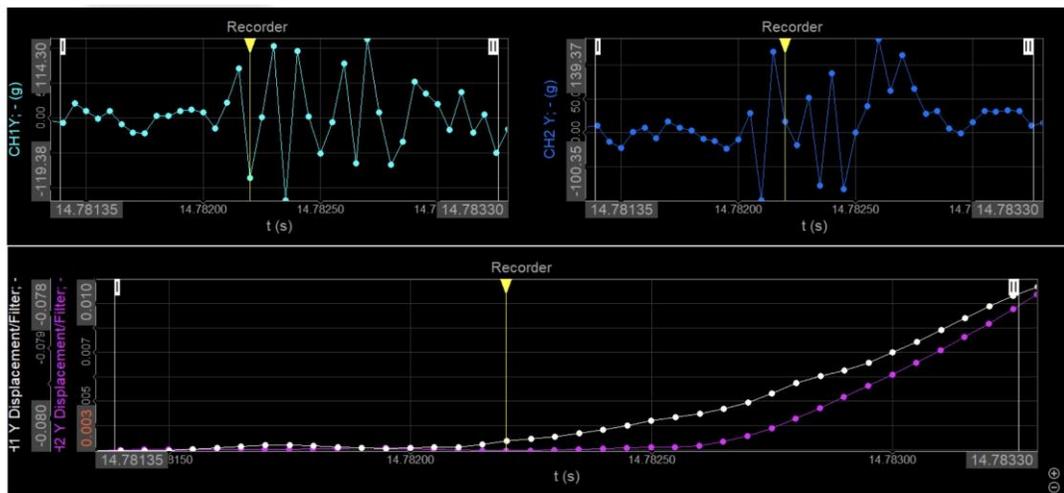


Figure 34: Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 1, Shot 1

Accelerometer data is windowed from the moment of sear release (the moment the trigger is pressed) to 0.002 seconds later, this being the action time of the system. Data resolution is immediately apparent since only approximately 38 data points are available for review. Acceleration magnitudes are within the accelerometer capability. The accelerometer channels were then integrated twice to obtain displacement. The actual integration algorithm was managed internal to the DEWESoft platform, and was high pass filtered below 0.1Hz to

reduce drift and error. Total barrel displacement for the action time window is 0.007 for the muzzle and 0.002 for the mid barrel accel.

The time series acceleration data was then transformed to the frequency domain by means of an FFT within DEWESoft. Filtering was implemented according to DEWESoft best practices and the author's prior data collection knowledge. That is to say, a band pass filter was implemented from .1 Hz to 10 kHz to attenuate the transform DC offset at low frequency and high frequency noise.

Figure 35 below displays the empirically determined modes of oscillation for the Tikka T3X system during a live fire event.

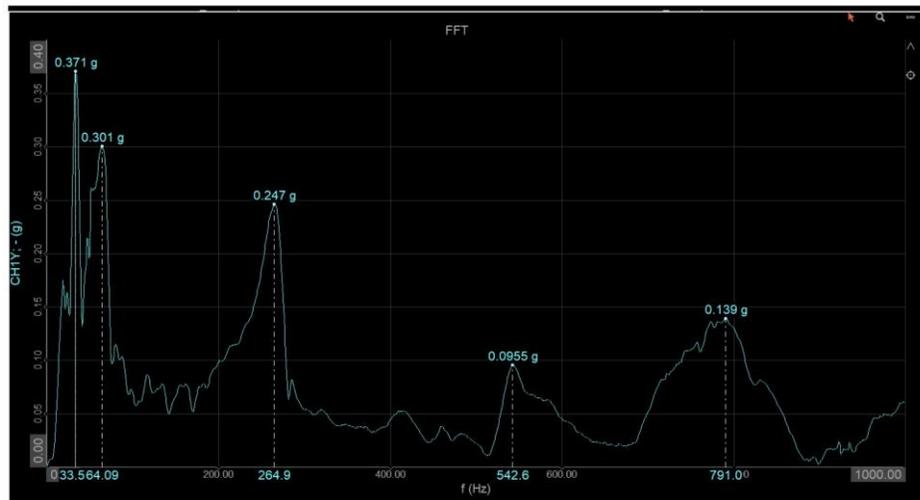


Figure 35: Tikka System Rifle Barrel Test, Empirically Determined Modes, Test 1, Shot 1

Shot 2 was performed in exactly the same manner, and the subsequent data is shown below in Figures 36 and 37. Again note that the time window was 0.002 seconds from sear release.

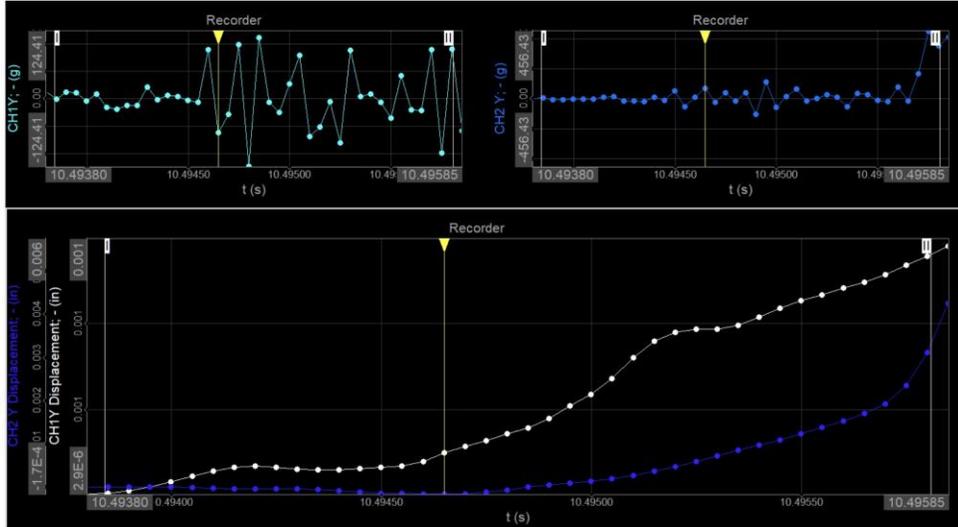


Figure 36: Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 1, Shot 2

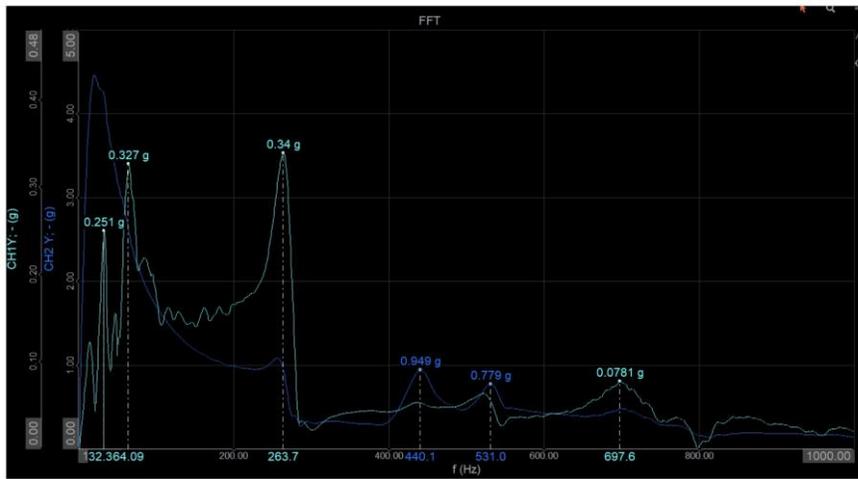


Figure 37: Tikka System Rifle Barrel Test, Empirically Determined Modes, Test 1, Shot 2

The modes from shot 2 are consistent with that from shot 1, with both the first and second barrel mode being prevalent at 32.3Hz and 263.7Hz.

After reviewing the live fire data from test one, the determination was made that the data were insufficient to proceed, primarily based on the resolution of the frequency content. The assessment was that the frequency data did not have enough frequency bins for the x axis to adequately determine resonant modes and peaks. It was also desirable to have higher resolution data to reduce error for the double integration to obtain displacement. To that end, the DEWESoft DAQ system was again secured and set up again for a two channel system (vertical barrel motion only), sampled at 100 kHz per channel. In this way, the data were amply oversampled to assure decent frequency content and magnitude for later use in system optimization.

Setup and accelerometer filters were adjusted slightly to optimize the Butterworth bandpass filter applied for anti-aliasing from .8 Hz to 30 kHz. The filter was implemented using a 6th order algorithm to accentuate the filter rolloff and data attenuation closer to the filter edges. The accelerometers were fixed to the barrel using hose clamps for greater rigidity and coupling. Accel 1 was located at the muzzle end, and Accel 2 was at -5 inches from the muzzle back towards the breech end.

Two shots were expended for test 2, and even with +/- 500G accelerometers, the sensors experienced overload errors and railed at measured magnitudes (the sensor signal input went beyond the capability of the sensor), and the resultant frequency content was erroneous. Upon further investigation, the accelerometers measured accurately during the action time of the system, but grossly exceeded their capability once the projectile left the barrel and the totality of the impulse response played out. A specific example of this is displayed below in Figure 38. Note the accelerometer time series magnitude offset with corresponding large y axis value outside the calibrated range of the device. The frequency versus acceleration plot shows low frequency content with a progressive attenuation down to zero magnitude, in no way corresponding to the impulse that the system experienced during the firing event. While interesting, this data is not usable for this analysis except to help select higher range accelerometers for future testing.



Figure 38: Saturated Accelerometer, Test 2, Shot 2

The author asserts that the acceleration data within the action time of the system is still valid, but the follow on accel data is garbage and cannot be used. The double integration of the signals in shot 2 used for displacement resulted in values that increased to a nonsensical order of magnitude before dropping off again; clearly laden with error related to saturating the accelerometer's measurement capability. Additionally, a frequency transform of the accelerometer time series was error fraught, with extensive drift and offset. See Figures 39 and 40; the asterisk notes test samples that are suspect due to instrumentation error.

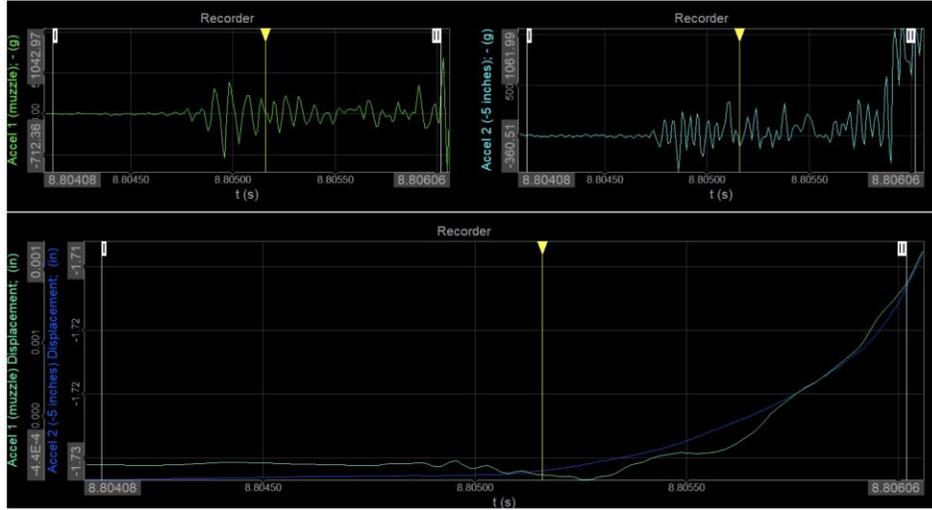


Figure 39: Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 2, Shot 1

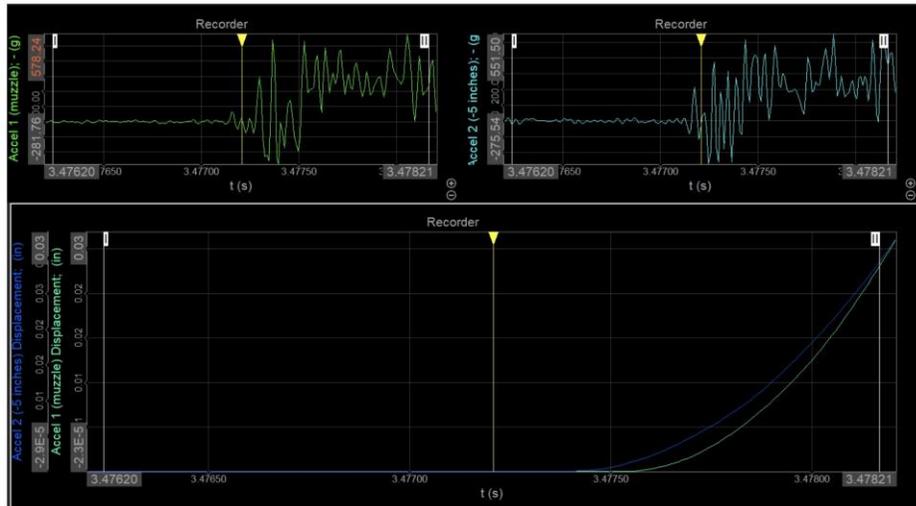


Figure 40: Tikka System Rifle Barrel Test, Time Series Acceleration Data, Test 2, Shot 2

Table 1: Displacements from Empirical Test Results (\* denotes data in question)

---

Test	Shot	Muzzle Disp (in)	Mid Barrel Disp(in)	Muzzle Angle (deg)
1	1	.007	.002	.122
1	2	.006	.001	.122
2	1	.001*	.020*	.22*
2	2	.030*	.030*	0*

Muzzle angle is derived from the measured slope between the max displacement of each accelerometer. In other words, it is the slope between two points of the modeshape at the end of the barrel. Note that the error at 100 yards, or 3,600 inches of distance equates to a vertical delta of 7.67 inches for a muzzle angle of 0.122 degrees, and half that for the muzzle angle of 0.10 degrees. Obviously, this error compounds at distance. Normal midwest shots for hunting big game exceed 600 yards distance, which equates to an 46 inch error at the target, solely due to muzzle angle and displacement. In military engagements, marksmen may engage targets beyond 1,500 yards, which in this case equates to a 115 inch error at the target independent of nominal

projectile drop and wind calls. If an average human is 20 inches across at the shoulders and 6 feet tall, this error is obviously significant and will result in a target miss without correction. From the data collected, several items are apparent. The first is that there are modes from the entire system oscillating besides just the barrel modes. As mentioned prior, this is expected since the complete rifle is fitted with an optic and is shooting from a rigid tripod mount. It is however, obvious that the first two barrel modes predominantly impact system oscillations, and in some of the empirical test cases, dominate the vibration energy content. Second is that the empirical displacement data aligns with the first barrel modeshape at 36 Hz for all correlated shots. For shots where the accelerometers exceeded their magnitude capability or exhibited response errors, that data was discounted. Last is that the tap test data validates the frequencies and modeshapes of the analytical (FEA) and mathematical models to within 10%. Moving forward, the mathematical and analytical models will be used to suggest optimizations for the rifle system, predominately targeting the first and second barrel modes.

## Barrel Optimizations

There are several opportunities for altering and/or optimizing barrel vibrations. They will be presented here in order of complexity. In this case, barrel optimization equates to better precision, or less error at the target distance, which is directly tied to muzzle tip displacement and angle of rotation at projectile exit. Both ANSYS and the MATLAB mathematical model are used to demonstrate the various aspects of barrel improvements. In the case of the MATLAB model, the data is normalized to the Test 1 data magnitudes. Using this algorithm, the stock Tikka T3X system characteristics, at projectile exit, are:

Table 2: Tikka T3X Baseline Muzzle Performance at Projectile Exit

Mode	Muzzle Disp (in)	Projo Exit Angle (deg)	100 yard Vertical Error(in)
1	.0016	.0055	.3354
2	.0053	-.0768	-4.8265

### Barrel Length

An easy and obvious way to improve barrel deflection during firing events is to make the barrel shorter. From the beam shape equations (6), we know that barrel length exponentially affects barrel stiffness via the reaction force and moment equations:

$$F = \frac{12EI}{L^3} \quad (38)$$

$$F = \frac{6EI}{L^2} \quad (39)$$

By lowering the overall barrel length, and thus exponentially reducing the denominator of the reaction forces equation, we achieve a stiffer barrel as defined by the new stiffness matrix  $[K]$ . In the example of the Tikka T3X system, the mathematical model predicts first and second modes at 35.7 and 224.8 Hz for the 23.5 inch length barrel. Mode 1 is predicted to cause .0016 inches of deflection at the muzzle, and mode two will cause .0055 inches of deflection at the muzzle. The predicted angular error at the muzzle tip from the second mode is .077 degrees, which equates to a vertical error of 4.83 inches at 100 yards or 48.3 inches at 1000 yards.

Now, if the barrel length is adjusted to one half of that length, we see an immediate improvement in the system's resonant modes. Mode 1 is shifted from 35.7 Hz to 143 Hz, and Mode 2 is shifted from 224.8 Hz to 899 Hz. Muzzle displacement drops by approximately 60% from .0055 inches to .0021 inches when excited at Mode 2. And it follows that the shorter, stiffer barrel, likewise has a lower muzzle tip angle at the cusp of projectile exit resulting in lower targeting error at distance.

Table 3: Tikka T3X System L/2 Barrel Performance

Mode	Muzzle Disp (in)	Projo Exit Angle (deg)	100 yard Vertical Error(in)
1	.0006	.004	.2498
2	.0021	-.0588	-3.6967

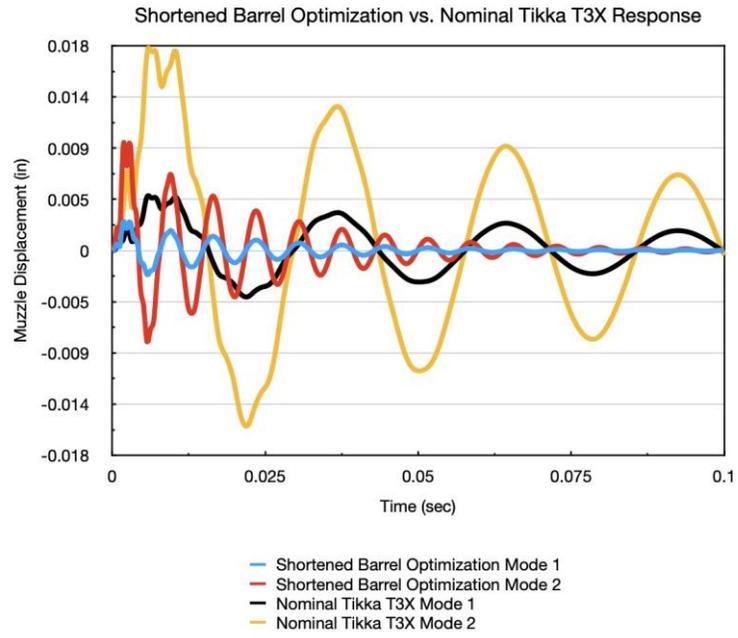


Figure 41: Short Barrel Optimization vs. Tikka T3X System Response

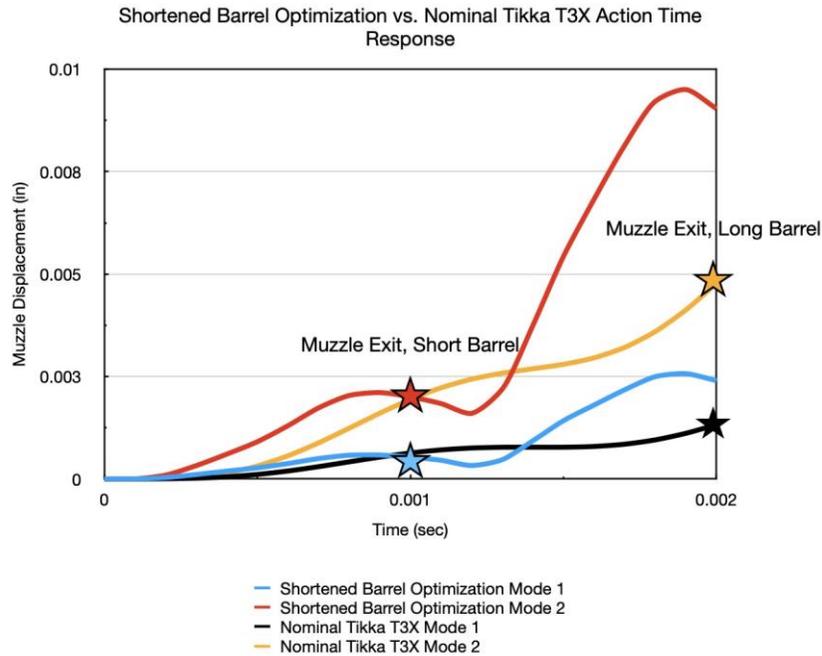


Figure 42: Short Barrel Optimization vs. Tikka T3X System Action Time Response

This seems like an easy fix; why not make all rifle barrels shorter? The unfortunate trade off is that interior ballistics demands a certain barrel length to achieve powder burn efficiency, pressure curves, length of barrel to stabilize the projectile, and a muzzle velocity that is not severely impacted as to prevent long distance shooting in the first place. From the end user's perspective, shorter barrels are not always bad, but lower muzzle velocity and thus terminal energy at the target range, equate to less lethality, projectile stability (supersonic, transonic, and subsonic), and overall accuracy. Barrel lengths must be chosen carefully to optimize not only barrel harmonics, but also muzzle velocity, projectile performance, and overall system weight. Figure 43 shows two industry prototype options that the author has successfully shot out to 1100 yards with standard ammunition, demonstrating that long barrels are not always necessary to shoot precisely.



Figure 43: 12.5" Mid Gas System in 5.56mm (L) and 12.5" Piston System in 5.56mm (R)

### Barrel Moment of Inertia

Another method to optimizing barrel performance is to increase its Area Moment of Inertia, or variable  $I$  used in the beam stiffness equations. Adjustments to  $I$  impact the overall stiffness matrix  $[K]$  as part of the equations of motion, and subsequent reaction loads for each degree of freedom; the higher the Area Moment of Inertia, the greater the beam stiffness, the lower the beam deflection for each unit of force applied.

Manufacturers make barrel profiles currently that are more complex than simply round or tapered cylinders. Profiles include hexagonal, diamond, and fluted. Fluting is marketed as an improvement for both barrel stiffness and heat transfer, although improvement of these claims is dubious at best. There is also the example cited earlier in this paper regarding the structured rifle barrels and their claim of being "harmonically dead". These are all examples of manufacturers attempting to optimize barrel performance by increasing the Area Moment of Inertia.

The optimization studied in this paper is an "H" shaped cross section extrusion. From a vibrations perspective, the Area Moment of Inertia is 2.9 times greater than the stock barrel in the Tikka T3X system, and length and material modulus are exactly the same. This increase

in Area Moment of Inertia shifts the First Mode to 51.5 Hz, and the Second Mode to 319.8 Hz. The following improvements to muzzle displacement, projectile exit angle, and vertical error at 100 yards are listed in Table 4.

Table 4: Optimization of Grid Style Extruded Barrel

Mode	Muzzle Disp (in)	Projo Exit Angle (deg)	100 yard Vertical Error(in)
1	.0001	.004	.026
2	.0005	.007	.429

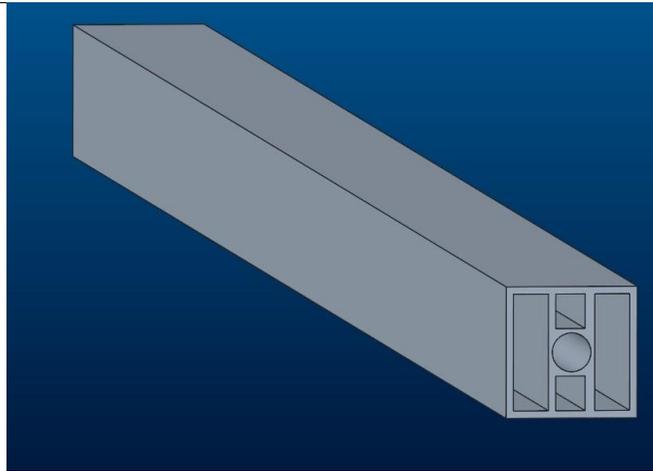


Figure 44: Grid Style Extruded Barrel Blank Model, Area Moment of Inertia Optimization

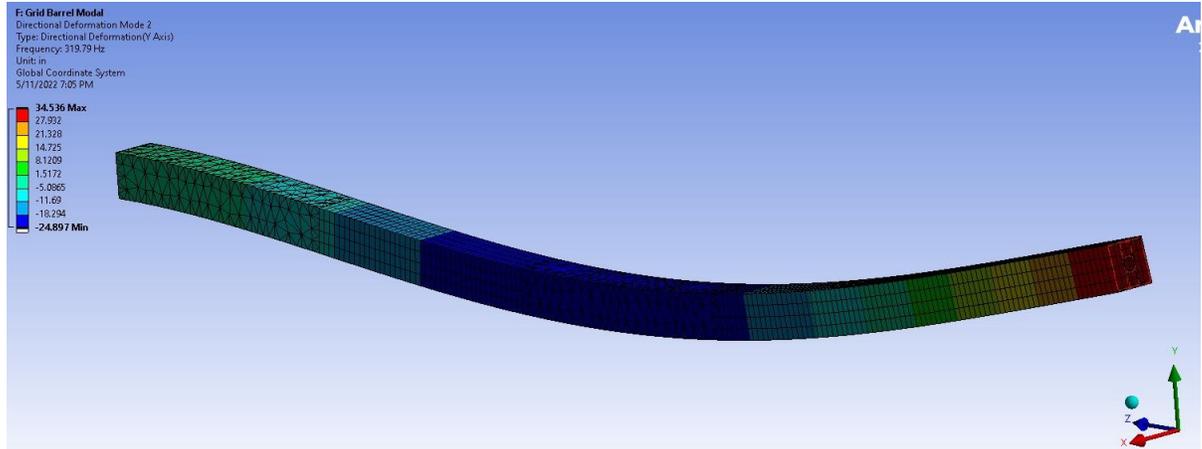


Figure 45: Grid Style Extruded Barrel Blank, Modal Analysis, Mode 2

Inputting the moment of inertia improvement into the mathematical model, the response comparison may be made as shown below. Note that Figure 46 shows total system response and Figure 47 shows only the action time of the cartridge and system combination.

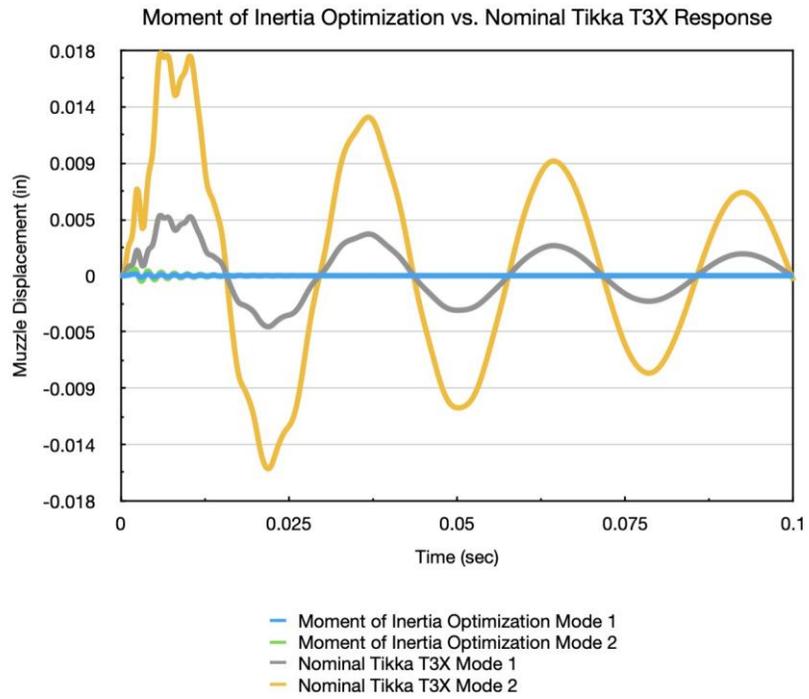


Figure 46: Moment of Inertia Optimization vs. Tikka T3X System Response

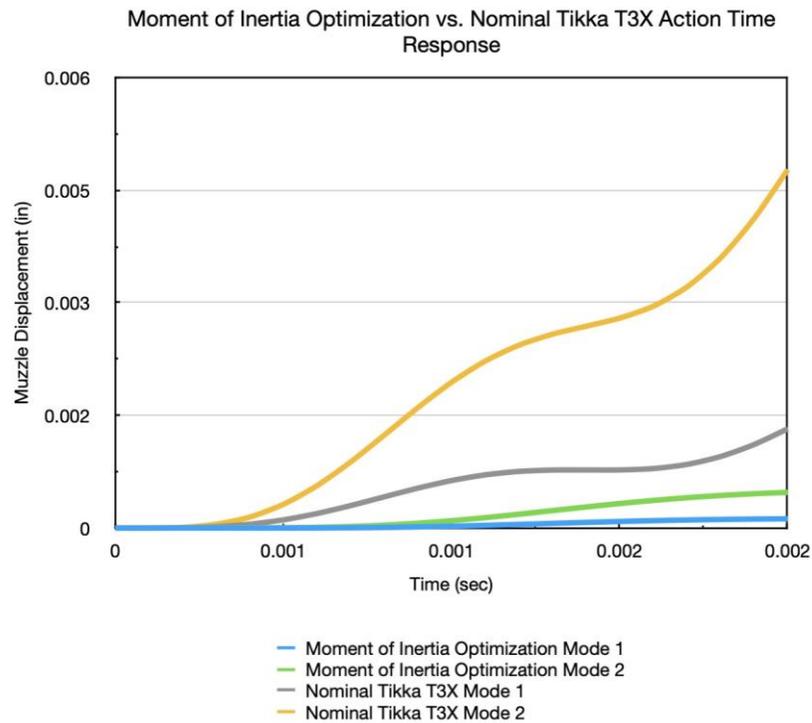


Figure 47: Moment of Inertia Optimization vs. Tikka T3X System Action Time Response

The improvements in muzzle displacement and angle at projectile exit represent an order of magnitude improvement, which equates to significantly less vertical error at the target. The geometry maximizes stiffness in bending and also lowers weight as compared to the nominal rifle barrel. The trade off in this case is complexity in manufacturing. The barrel blank itself may be extruded or forged on a mass production scale using standard manufacturing techniques. However, follow on machining to fit the barrel to the receiver would likely be cumbersome. Depending on the desired caliber of manufacture, and peak pressure of the round, the barrel would have to gain cross sectional thickness to support the necessary loads at operating pressures, which could be a detractor for weight eventually. The barrel blank rifling could be gun drilled like a standard legacy rifle barrel, but not cold hammer forged, which is a much more common commercial practice today. Still, it presents some interesting improvements strictly from an overall barrel performance perspective.

### Modal Mass Tuning

A third improvement for rifle barrel vibration and precision is the concept of Modal Mass Tuning. The Modal Mass matrix, or variable  $[\mu]$  in the mathematical algorithm used to assess these optimizations, is used in the calculations for system response. As stated above, the Modal Mass matrix derived from the transformation equation is:

$$[\mu] = \{\psi\}^T [M] \{\psi\} \quad (40)$$

This results in mass applied to each degree of freedom proportional to the modeshape at each mode. Thus,  $[\mu]$  is not simply the total mass of the system divided by the displacement degrees of freedom. It is a diagonal matrix, but the values of  $\mu_{ii}$  are not all equal. It may be shown using the mathematical algorithm for this system's response, that adding mass to the last two degrees of freedom improve precision by reducing muzzle displacement and muzzle angular error at projectile exit. However, if a tuning system were installed on the rifle that allowed placement of masses at the longitudinal locations of the discretized masses of the barrel, it then becomes possible to tune the response to something more favorable. For example, if the vector  $\zeta = [1, 1, 1, 5, 1, 5, 1, 5, 1, 5]$  were multiplied by the mass matrix  $M$ , the response of the system entirely changes. This operation mathematically represents tuning masses placed at nodes 10, 8, 6, and 4 that sum to five times the discretized modal mass at those locations i.e. a series of masses precisely mounted at nodal points along the vibrating beam. The impact in the mathematical system is a significant improvement in both muzzle displacement and muzzle tip angle at the time of projectile exit.

Table 5: Tikka T3X System Tuned Nodal Masses Performance

Mode	Muzzle Disp (in)	Projo Exit Angle (deg)	100 yard Vertical Error(in)
1	.0002	.0006	.3550
2	.0006	-0088	-.5500

The Modal Mass Tuning method of system optimization response may be compared to the nominal response in the mathematical model easily. Using the parameters above, the following plots were generated; the first for total system response through 0.1 seconds, and the second only plotted through the action time of the cartridge and system being fired.

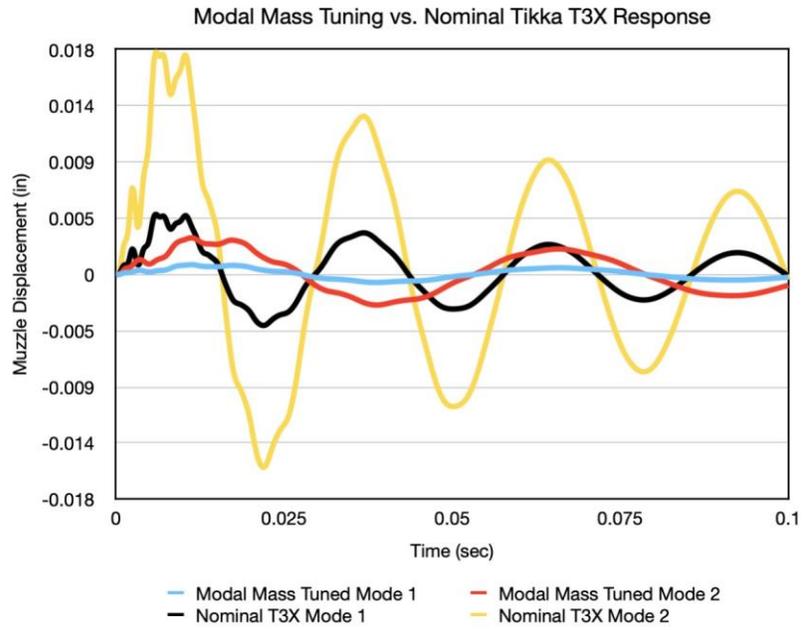


Figure 48: Modal Mass Tuning Scenario vs Nominal Tikka T3X Vibration Response

## CONCLUSIONS

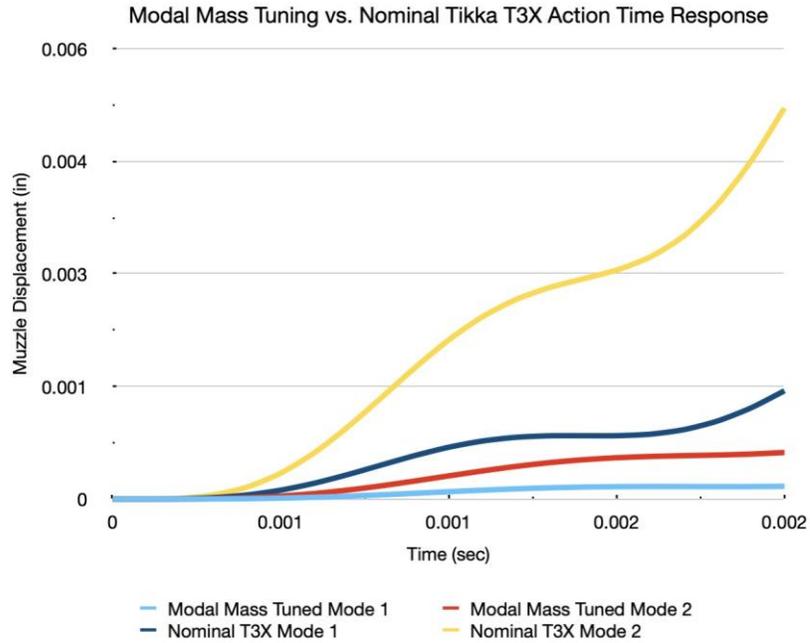


Figure 49: Grid Style Extruded Barrel Blank, Modal Analysis, Mode 2

As compared to the baseline performance in Table 2, modal mass tuning using this specific mass arrangement, accounts for an 89% vertical error reduction from the mode 2 offset at 100 yards.

## 7 Conclusions

Regarding the topic of rifle barrel optimizations for muzzle tip displacement and projectile exit angle, there are several optimizations that are possible. Within this paper, three distinct methods of altering barrel response from the nominally offered product were reviewed. A rather simple optimization, if the system and end user can tolerate reduction in muzzle velocity, is to reduce the overall length of the barrel. By changing barrel length, the overall barrel stiffness is increased, the resonant modes are shifted higher, and the muzzle tip displacement and angle at the moment

7

CONCLUSIONS

of projectile exit are favorable when compared to the nominal barrel length. For users who desire a given barrel length for terminal performance, exploring a barrel cross sectional geometry that provides an increased moment of inertia (2nd area moment), provides exceptional improvement to the barrel dynamics. Specifically, the "H" profile analyzed within this thesis offers very favorable improvement in both muzzle tip displacement and projectile exit angle, which translates to the reduction of error at the desired target range. In this case, users trade these favorable characteristics with a potential increase in overall system weight (dependent on necessary barrel wall thickness) and increased cost of manufacturing. Lastly, the concept of a tuning mass system was explored, where masses were placed at nodes 10, 8, 6, and 4 to tune the barrel response. This capability to tune a rifle barrel may be commercially adopted by the addition of sliding masses on the barrel, with set screws. Alternately, a gear profile cut into a rib on the top of the barrel could be used to mechanically increment masses longitudinally along the barrel to achieve the same desired end effect. Analytical results of this technique demonstrated very favorable response and muzzle angle results. Further, this type of system could be tuned to a particular projectile mass and powder charge, increasing the potential for precision and reduction of error at the target. The trade off is manufacturing cost, and overall complexity of such a system. It is unlikely that such a system would be used by your average sportsman or military member. Rather, it seems like a system for the bench rest shooter or precision rifle user.

In any case, these solutions explored are all very interesting, and may be desirable to the commercial and military developers of precision firearm systems and high quality barrel suppliers.

## REFERENCES

### References

- [1] Tikka Products, [www.tikka.fi](http://www.tikka.fi), 2022
- [2] <https://www.hunter-ed.com>, Kalkomey, 2022
- [3] <http://ffden-2.phys.uaf.edu>, M. Tilly, 2019
- [4] <https://www.luckygunner.com>, Andrew, 2012
- [5] "Ballistics: Theory and Design of Guns and Ammunition", 2nd Edition, D. Carlucci, S. Jacobsen, 2013
- [6] "Structural Dynamics Theory and Application", J. Tedesco, W. McDougal, C. A. Ross, 1999
- [7] "The Dynamical Behaviour of Structures", G. B. Warburton, 1964
- [8] "Formulas for Natural Frequency and Modeshape", R. Blevins, 2001
- [9] <https://hogsaddle.com/>, Shadow Tech, 2022

- [10] <https://dewesoft.com/products/daq-systems/sirius>, DEWESOFT, 2022
- [11] <https://training.dewesoft.com/online/course/>, Sound Level Frequency Weighting Curves, DEWESOFT, 2022
- [12] "Vibrations of Rifle Barrels", A. Mallock, May 2, 1901
- [13] "Study on Barrel Vibration Characteristics of Typical Sniper Rifle", Xu, Guan, Liu, Xu, 2018
- [14] "Concept of a Gun Barrel Based on the Layer Composite Reinforced with Continuous Filament", Pyka et al., 2019
- [15] "Analysis and Control of Gun Barrel Vibrations", F. Buyukcivelek, 2011
- [16] "A Review on the Gun Barrel Vibrations and Control for a Main Battle Tank", Dursun, Buyukcivelek, Utlu, 2017
- [17] "Dynamic Analysis of Gun Barrel Vibrations Due to Effect of an Unbalanced Projectile Considering 2-D Transverse Displacements of Barrel Tip Using a 3-D Element Technique", Koc, Esen, Cay, 2018
- [18] "Using Barrel Vibrations to Tune a Barrel", G. Kolbe, 2021
- [19] <https://tacomhq.com/structured-barrels>, 2021
- [20] <https://www.electronicshub.org/butterworth-filter>, 2021
- [21] "Ammunition, Demystified. The (non) Bubba's Guide to How Ammo Really Works", J. Siewert, 2022
- [22] <https://www.shootingsoftware.com/barrel.htm>, 2004
- [23] <https://www.shootinguk.co.uk/guns/gun-maintenance/rifle-accuracy-87614>, 2020

# Appendix

## Barrel Vibrations MATLAB Code

%this program calculates the stiffness matrix for a cantilever beam with 20 degrees of freedom.

```
cle
ar
all
clc
clo
se
all
```

%barrel geometry in inches

% OD = input('What is the barrel Outer Diameter in inches?');

% ID = input('What is the barrel Inner Diameter in inches?');

% L = input('What is the barrel overall length in inches?');

OD=75; % in inches

ID=22; % in inches

% \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ at = .002; %action time in

seconds L = 23.5; %barrel length in

inches

% \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

n = 10; %number of discretized nodes

r1 =

OD/2;

r2 =

ID/2;

%system values

den = .285;

%lbs/in^3

A = pi\*(r1^2 - r2^2); %in^2

W = den\*L\*A; %lbs m =

W/386.4; % lbs\*sec^2/in

E = 29e6; %modulus in lbs/in^2%

I = (pi/64)\*(OD^4 - ID^4); %in^4

%I = 3.2; I = L/n; %in

U = 11750; %velocity of projectile in in/sec

dt=0.0001;

tmax=.1;

t=0:dt:tmax;

nsteps=length(

t);

% %load influence matrix r=1+zeros(10,1);

%mass matrix

nDOF for j=1:n

M(j) = m/n;

end

M = diag(M);

% tune = [1 1 5 1 5 1 5 1 5];

% M = M\*diag(tune);

%Generate Stiffness Matrix



```

Rho = [1.87510407 4.69409113 7.85475744 10.99554073 14.13716839]; sigma =
[.734095514 1.018467319 .999224497 1.000033553 .999998550];
%calculate modal influence factor for first three modes ref: Blevins

%
%Dynamic Loading
P=1; %moving load magnitude*****
MM = transpose(sai)*M*sai; %modal mass matrix

counter = 1;

for j=1:nsteps

    if t(j)<= at

        MSfac1 = (cosh(Rho(1)*U*t(j)/L) - cos(Rho(1)*U*t(j)/L) - sigma(1)*(sinh(Rho(1)*U*t(j)/L) - sin(Rho(1)*U*t(j)/L)));
        MSfac2 = (cosh(Rho(2)*U*t(j)/L) - cos(Rho(2)*U*t(j)/L) - sigma(2)*(sinh(Rho(2)*U*t(j)/L) - sin(Rho(2)*U*t(j)/L)); MSfac3 = (cosh(Rho(3)*U*t(j)/L) -
            cos(Rho(3)*U*t(j)/L) - sigma(3)*(sinh(Rho(3)*U*t(j)/L) - sin(Rho(3)*U*t(j)/L));

        b = .04; % normalization factor

        phi_a1(j) = b*MSfac1; %Warburton eq 4.7 F_a1(j) =
        (P*phi_a1(j))/MM(10,10); %Warburton eq 3.30

        phi_a2(j) = b*MSfac2; F_a2(j) =
        (P*phi_a2(j))/MM(9,9);

        phi_a3(j) = b*MSfac3; F_a3(j) =
        (P*phi_a3(j))/MM(8,8); counter
        = counter +1;

    else

        phi_a1(j) = 0;
        F_a1(j) = 0;

        phi_a2(j) = 0;
        F_a2(j) = 0;

        phi_a3(j) = 0;
        F_a3(j) = 0;

    e
end

%response calculations
damp=(.05*zeros(10,1)); %damping at
% xi=damp; omegad=sqrt(1-
xi.^2).*omega';

%response of first mode
%h1=(1/(omegad(10,10)))*exp(-omega(10,10)*xi(1)*t).*sin(omegad(10,10)*t);
h1=(1/(omegad(10,10)*MM(10,10)))*exp(-omega(10,10)*xi(1)*t).*sin(omegad(10,10)*t);
z1=dt*conv(h1,sai(:,10))*r*F_a1; q1=sai(:,10)*z1;

%response of second mode
%h2=(1/(omegad(9,9)))*exp(-omega(9,9)*xi(2)*t).*sin(omegad(9,9)*t);
h2=(1/(omegad(9,9)*MM(9,9)))*exp(-omega(9,9)*xi(2)*t).*sin(omegad(9,9)*t);
z2=dt*conv(h2,sai(:,9))*r*F_a2;

q2=sai(:,9)*z2;

%response of third mode
%h3=(1/(omegad(8,8)))*exp(-omega(8,8)*xi(3)*t).*sin(omegad(8,8)*t);
h3=(1/(omegad(8,8)*MM(8,8)))*exp(-omega(8,8)*xi(3)*t).*sin(omegad(8,8)*t);
z3=dt*conv(h3,sai(:,8))*r*F_a3; q3=sai(:,8)*z3;

```

```

%total response x(1,:)=q1(1,:)+q2(1,:)+q3(1,:);
x(2,:)=q1(2,:)+q2(2,:)+q3(2,:);
x(3,:)=q1(3,:)+q2(3,:)+q3(3,:);

%plotting-----

figure plot(t,x(1,1:nsteps),'k','LineWidth',2) hold
plot(t,q1(1,1:nsteps),'b') plot(t,q2(1,1:nsteps),'r')
plot(t,q3(1,1:nsteps),'g') legend('Total Response','Mode
1','Mode 2','Mode 3') title('Total Response at First Mode')

figure plot(t,x(2,1:nsteps),'k','LineWidth',2) hold
plot(t,q1(2,1:nsteps),'b') plot(t,q2(2,1:nsteps),'r')
plot(t,q3(2,1:nsteps),'g') legend('Total Response','Mode
1','Mode 2','Mode 3') title('Total Response at Second
Mode')

% figure
% plot(t,x(3,1:nsteps),'k','LineWidth',2)
% hold
% plot(t,q1(3,1:nsteps),'b')
% plot(t,q2(3,1:nsteps),'r')
% plot(t,q3(3,1:nsteps),'g')
% legend('Total Response','Mode 1','Mode 2','Mode 3') %
title('Total Response at Third Mode')

ratios = [freq(10,10)/freq(10,10) freq(9,9)/freq(10,10) freq(8,8)/freq(10,10) freq(7,7)/freq(10,10)];

%calculate slopes between each node

%mode 1 m1node9 =
sai(9,10); m1node10 =
sai(10,10); pkdisp1 =
max(x(1,1:counter))

m1slope = ((m1node10-m1node9)*pkdisp1)/(L/n);

%mode 2 m2node9 =
sai(9,9); m2node10 =
sai(10,9); pkdisp2 =
max(x(2,1:counter))

m2slope = ((m2node10-m2node9)*pkdisp2)/(L/n);

%mode 3

m3node9 = sai(9,8);
m3node10 = sai(10,8);
pkdisp3 =
max(x(3,1:counter))

m3slope = ((m3node10-m3node9)*pkdisp3)/(L/n);

%angle of barrel rotation at muzzle angle_m1 = atand(m1slope) angle_m2 = atand(m2slope) angle_m3 = atand(m3slope)
%calculate deviation at 100 yards rng = 100*3*12;%range in inches peak_disp_muzzle = [1 2 3; pkdisp1 pkdisp2 pkdisp3]
angles = [1 2 3; angle_m1 angle_m2 angle_m3] v_error_100 = [rng*tand(angle_m1),rng*tand(angle_m2),
rng*tand(angle_m3)]%vertical deviation in inches

resp1_out = transpose([t(1:nsteps); x(1,1:nsteps)]); resp2_out =
transpose([t(1:nsteps); x(2,1:nsteps)]);

```

## MATLAB Code Output Example

sai =

0.6053	0.9645	-1.0000	1.0000	-0.9153	0.7315	0.4866	0.2805	0.1092	0.0163					
-0.7825	-1.0000	0.6101	-0.0397	-0.5761	0.9835	1.0000	0.7625	0.3590	0.0624					
0.9282	0.7768	0.1347	-0.8637	0.8826	-0.1470	0.6792	1.0000	0.6379	0.1336	-1.0000	-0.3053			
-0.7928	0.7293	0.3804	-1.0000	-0.2687	0.7782	0.8492	0.2257	0.9948	-0.2614	0.8919	0.2962			
-0.9603	-0.2581	-0.9234	0.1786	0.9215	0.3343									
-0.9128	0.7462	-0.3632	-0.9603	-0.1977	0.8968	-0.6374	-0.4882	0.8169	0.4555	0.7604	-0.9971	-0.4210	0.4547	1.0000
0.6385	0.2855	-0.8579	0.5337	0.5856										
-0.5496	0.9365	0.9110	0.6102	0.0179	-0.6081	0.8826	-0.7068	0.1021	0.7213					
0.2916	-0.5709	-0.7397	-0.8958	-0.9446	-0.8059	0.4781	-0.0584	-0.4273	0.8601	-0.0758	0.1586	0.2321		
						0.3394	0.4721	0.6077	-0.7163	0.8638	-1.0000	1.0000		

lambda =

1.0e+09 \*

2.1880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1.7351	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1.1866	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.7097	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.3722	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0.1675	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.0611	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.0158	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.0020	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	0

freq =

1.0e+03 \*

7.4446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	6.6296	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5.4824	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4.2398	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	3.0704	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.0601	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1.2437	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.6322	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.2248	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0357

Current plot held Current  
plot held

pkdisp1 =

0.0016

pkdisp2 =

0.0055

pkdisp3 =

0.0107

angle\_m1 =

0.0053

angle\_m2 = -

0.0768

angle\_m3 =

0.2408

peak\_disp\_muzzle =

1.0000	2.0000	3.0000
0.0016	0.0055	0.0107

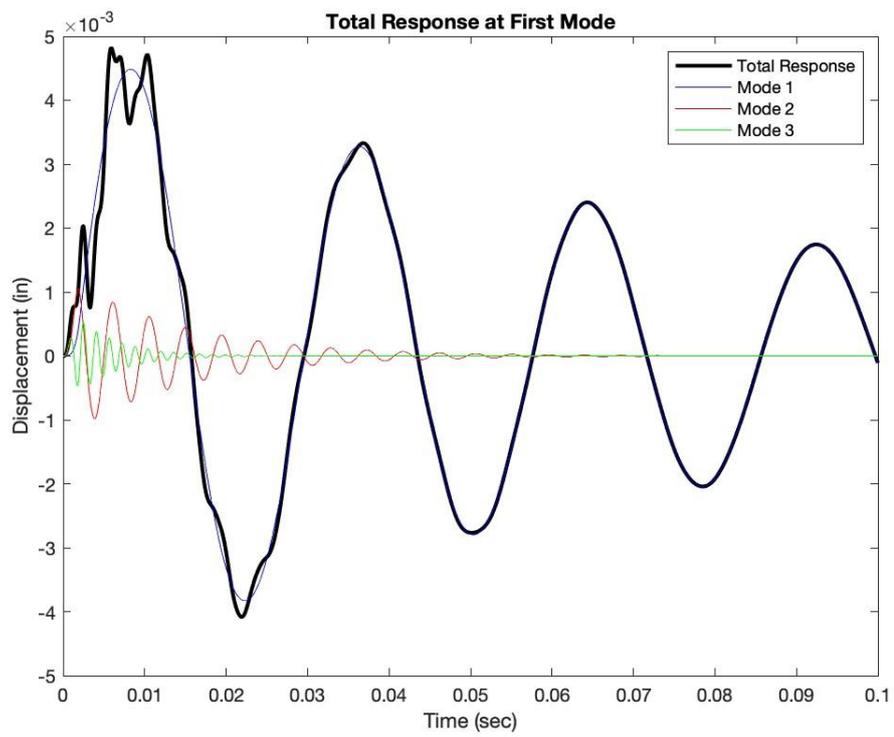
angles =

1.0000	2.0000	3.0000
0.0053	-0.0768	0.2408

v\_error\_100 =

0.3354	-4.8265	15.1310
--------	---------	---------

>>



## ANNEXE 8

Spotting Scope Stand

Wind Flags

Ammunition

Contact Info

[Home](#)

### Eley by the Numbers By Bob Collins

The question "Why" has lead to many interesting answers. Why do some shooters seem to know when to change lots of ammo when the rest of us just continue to shoot around the X?

The question was why one of my mentors (Gary Mitchell) always knows within 5 shots from a Lot of ammo if it will shoot that day or not. Gary always goes to the line with at least 4 different Lots in his purple box. These Eley Lots range in speed from 1044 fps to 1077 fps. The "Answer", to the "Why" started with Paul Campbell (another mentor) from Cuthbert Georgia. Paul was using a barometric pressure gauge and writing the readings down with his scores and changing Lots of ammo with increasing or decreasing pressure. His scores proved that he was on the right track.

I started from the barometric pressure readings and added relativity humidity and temperature; I think relative humidity is more important than temperature because we almost always shoot close to the same temperature, but temperature is the over riding factor. I noticed that as the barometric pressure went up and the relativity humidity was down I needed to tell Eley customers to shoot faster ammo, this also holds true for low pressure and high relative humidity – shoot your slower ammo. Many of us shoot two Lots, one for the spring and the same Lot for the fall season, the second Lot for the summer season. (This is where temperature and humidity come into effect.) My understandings grew when at a match last December while I was talking to Allan Hall about air pressure and water vapor, wet air is lighter (or thinner) than dry air and the effects of shooting at higher altitudes in respect to bullet speed. It's the only discussion I ever wor with Allan (hands down), though I have gotten him a few times on a target or two. So here is what I have learned and maybe it will help you.

We are dealing with air density when shooting rim fire much more than the center fire boys are because of being subsonic. Air density gets into the center fire game when they click in or out powder. Air density is the mass of air divided by the volume it occupies. Air density is a combination of pressure, temperature, and how much water vapor is in the air. The Ideal Gas Formula is  $D=P/(T \cdot R)$  or density = pressure divided by temperature multiplied by relative humidity. This is more than any of us want to do before a match so there are several ways to get a quicker answer later in the article. If air is dry, and the temperature is 0 degrees Celsius, one cubic meter will have 1.275 kilograms of air in it. As the molecules in the air are heated the molecules move faster, they expand. This is just like taking a balloon in and out of the refrigerator; it's larger in the warm air and gets smaller in the cold air. Also as the barometric pressure increases so does the air's density, just like filling up a car's tire – it's thicker. The higher you are in altitude and it's a hot day, air's density is lower, the example I see the most is playing baseball in Denver, they say that it's the place to hit a home run because the "drag" of the air is lower. The same effect can be seen in Minnesota during the winter on a clear cold day, besides being cold there's lots of drag because the air is "thick".

We all seem to understand the temperature side of this formula, so let's go on to the hardest thing to understand, water or more correctly water vapor. Humid air is less dense

than dry air. The higher the relative humidity the less dense a given volume of air is – its thinner (lighter) or to us, less drag on a bullet. In physics we are taught that air is a combination of nitrogen, oxygen, and all of the other gasses. 78% nitrogen (atomic weight of 28), 21% oxygen (atomic weight of 32) and water vapor has an atomic weight of 18 (less than nitrogen and oxygen). (Example – of the three, water vapor is the biggest balloon.) As the water vapor increases it pushes nitrogen and oxygen apart and the weight of the air decreases so the air density decreases – to us – less drag – our bullets move faster. Dry air is thicker than wet air, an example is, dry air has a higher drag on objects moving through, and it slows down bullets like shooting into water. The thing to remember is that barometric pressure is first, then temperature, and then last is relative humidity. Remember we almost always shoot in warm summer months, so the relative humidity is very important. When you start keeping up with your Lots of ammo and the conditions when they work, look at the whole picture of what's happening. Think of the conditions that we shoot in as a bell curve wave, you will find a wave where two or three Lots work. Be ready for the condition when you may have to add power because the air is so thick that you have to add power to get to the target. This is a condition I have run into twice once in Jacksonville and the other in Richmond, both are closer to sea level and when you leave your home range the air can go to either extreme.

There is one group that understands this principal more than the rest of us, airplane pilots. Pilots can all tell you that it takes more power and a longer runway to get a plane up or down in the hot summer. It also takes more power to stabilize a bullet in this hot summer condition. Pilots use a number that gives them their "apparent" altitude or Density Altitude. (I will shorten density altitude to DA in the rest of the article. ) The density altitude uses the standard atmosphere's table for the average pressure, temperature and air density for various altitudes. One of the tools that pilots use for take off and landing is density altitude computation; it gives you a number that is in relation to what altitude you are at, in respect to the air that is around you. Example – If a plane is at St. Louis with a DA of 2400 feet a pilot would know that he needs a longer run way than its normal 604 feet above sea level. It takes the barometric pressure, temperature, and relative humidity and gives you a number this is your "apparent" altitude in relationship too where you are.

I am now testing and selling a meter, Kestrel 4000 Pocket Weather Tracker, watching the "apparent" altitude or DA and seeing what Lot works. One of my rifles shoots at 1053 fps when it cold (less than 500DA), then I go to 1059 fps (600 to 1400DA), 1066 fps (1600 to 2000DA), and then 1071 fps (over 2000DA). The Kestrel 4000 performs ten different measurements; the one I use is the Density Altitude calculation. I have it set to DA so that can see any changes in conditions as I am shooting. I might need to write another article on how I use the meter and set it up at a later date, but its setting needs to display the actual conditions you are under during a match or practicing. An interesting side benefit is that it also tells wind speed. I also have a hand held rotating paper chart that you enter the measurements into and it gives you the density altitude, but that takes time and you may need to change in the middle of a target. One thing to remember, every 22 rim fire is different, so you will need to work out your own "scale". The other is that there are some guns out there like Gary Mitchell's, Ole Blue Suhl, it was worn out in Europe, then K.C. Young worn it out and now Gary is wearing us out with it. Ole Blue has the widest one hole range in regard to Density Altitude of any gun I have seen. We all would like to be shooting a gun that can handle conditions like Ole Blue.

So what does this air density and density altitude mean when you are shooting Eley ammo? Eley uses a system where the first three letters are for grade, year, and crimp example U is Ultimate, F is 2001, G is 2002, and W is the crimp machine example UFW. The next four numbers are for machine and Lot number 4375 is the four machine and the 375 is the Lot number –UFW4375. The fps is printed under, example 1055 fps. This fps on the label is an average of 50 shots from one of the six test guns at the Eley factory; these guns have 26 inch barrels with the chronograph three feet in front of the barrel. There are 4 different machines that load Eley Ultimate and Match EPS. I have found that these machines are very specific to which gunsmith chambers and fine-tunes your rifle.

Depending on barrel twist, length, and the gunsmith who put the gun together, you will find at least three Lots of ammo that will shoot under different conditions without turning the tuner. Each machine has subtle differences, so that different machine Lots of Ultimate car chamber and give the best accuracy. One Lot of ammo will not shoot well in every gun. Bill Calfee and James Messer guns seem to shoot best with the number 3 and 4 machine. Tim McWhorter's (including all the Suh's he has set up) shoot the 3 machine, some 4. Marshall Beam, Larry Shellhouse, and Lamon Logins use the 3 machine but will also shoot the 4 machines. Bill Myers uses the 2 and 3 machines. Most factory Anschutz use the 1 machine and Winchester 52's seem to like the 3 or 4 machine. All of this can change by the way the individual shooter holds the gun. One of Mr. Jim Cannington's guns will shoot the 3 machine in free recoil but likes the 2 machine if it's held. Wayne Smith is the best at finding out what a gun likes to shoot and fine tuning, he was the one that found out about Mr. Jim's gun preference. One curious thing almost all guns will shoot the 2 machine when the wind is blowing hard, better than when it not blowing.

You will have to take into effect shorter barrels and tight bore barrels giving higher velocities or longer barrels giving lower velocities. This fps on the box is a relative number after you have proved a Lot in your gun. You can come back to it or go up and down under varying conditions. With the machine number and the fps on the box you can move up or down in Lot velocity, my guess is - 10% as a high or low in fps and not turning the tuner. This is normally 6 to 12 fps depending on the barrel. You are taking advantage of more or less drag on your bullets on the way to the target.

I am quoting a great writer and gunsmith (Bill Calfee), "As always remember that these are just my opinions" or, my two cents worth. With more time and using the DA calculator I will be able to give you more and better information. I hope that this will help shooters so that they will stop wasting good ammo by shooting it in the wrong conditions. It will also help shooters know why their targets are not as good as they know they should be and what they can do to improve their scores. An hopefully it will make it easier for us to get more shooters into the Sport of Rim Fire.

Bob Collins

## ANNEXE 9

### Condition Reading



Flags at the Super Shoot—“Welcome to sunny Ohio!”

This is the hardest chapter for me to write because only the fundamentals can be taught. Much has to be learned by practice and observation. As we discussed in the flag setting section, you need flags in order to learn the effects of wind. If you do not have flags then buy them or make something up with poles and surveyor’s ribbon until you can get some.

If you ever get a chance to observe a wheat field from above (stand on the bed of a truck) you will see the complexities of the wind. In one area the wind will ripple from the right, while just beyond another wave may come from the left. Next to that the wheat is standing perfectly straight. A lot of activity is going on: waves, bursts, swirls, updrafts, downdrafts and calm. Observing that wheat field will help you understand that more is going on than a few wind flags right in front of you can ever show.

Everything around you is a wind indicator. The way the wind feels on your body, the way the grass moves, the way the trees sway, the noise from the daisy wheels as they speed up. If you are observant, there will be many early warning indicators of change. Just sitting at the range observing a set of flags can be more educational than firing shot after shot. You might see some grass move then the flag closest to it pick up, then another and another. You might see one flag just twirling round and round, indicating a little vortex. When it leaves that flag another flag starts twirling. You might feel a breeze hit your body and a few seconds later the flag closest to you shows it.

279

280 tHe BoOk oF RiFLe aCCURaCY

There are times when a loud “\$%#^” from a competitor a few benches away has caused me to stop shooting. A sudden condition change probably caught him unaware and it might have caught me too.

Many competitors concentrate only on their flags. **They have tunnel vision** and it keeps them from seeing what is coming. Flags do not instantly show condition changes, there is inertia to everything including a light piece of surveyor ribbon. It takes time for daisy wheels to spin up and spin down. It takes time for wind direction changes to manifest themselves on the flags and it takes time for humans to react to the changes even after they show up on the flags. Seeing changes coming from far out in the field gives you extra time to react. You will be able to see a condition coming that will give you the “start” signal for your group or just as likely it will tell you to hold differently or even to stop.

**The first step in condition reading is achieving a wide visual focus.** This will take a lot of practice, especially in competition when the adrenalin is flowing and you want to finish the group as quickly possible. We end up focusing more on the target and the flags just in front of us than on the whole field. Sometimes, even after we spot a change we still shoot—sort of “wishing” the bullet into the hole.

Practice with three rows of flags, one row out to the right at least 5 or 6 yards, one row to the left the same distance and one row in line with the target. If you go to the range with buddies it makes this easier. If you can set your warning flags even further out, say 10 benches to each side. Practicing with the warning flags out will start to widen your focus. Forcing yourself to see the whole field during competition will give you a winning edge.



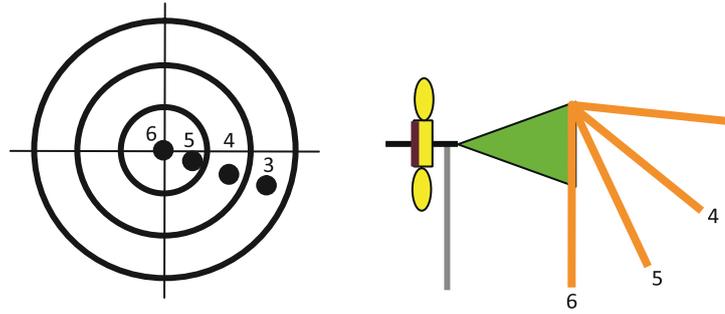
**a two bench private range in Florida with permanent flags in place;  
two outside rows of warning flags, one row for 100 yards and one row for 200 yards.**

CHaPteR 24: Condition Reading 281

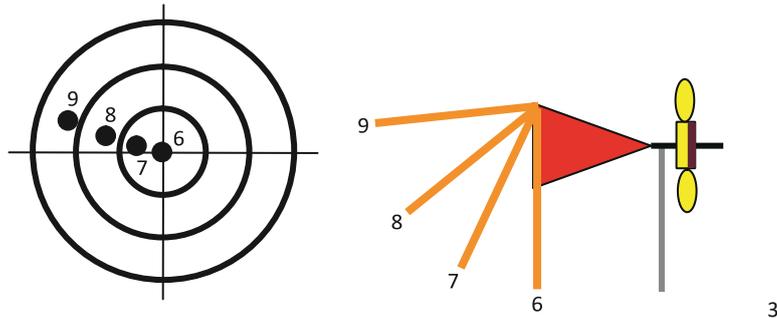
So how does the wind affect the bullet? A great deal of the determination is made by how well you have tuned the barrel. If the barrel is well tuned, it will lessen the effect of the wind. Other factors such as bullet shape and weight also come into play.

I will start by broadly describing wind effect using a range such as the one pictured above. The ground is flat, there are no major obstacles affecting the wind and the wind is very true.

At such a range, wind from 9 o'clock to 3 o'clock will move the bullet to the right and slightly down. Wind from 3 o'clock to 9 o'clock will move the bullet to the left and slightly up. The reason there is a vertical component associated with these pure crosswind examples is that the bullet is spinning clockwise from the rifling, sort of like slicing or hooking a golf ball except on a different plane.



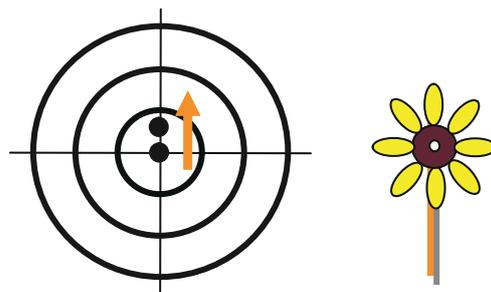
example of pure crosswind from 9 o'clock—bullets go right and down.



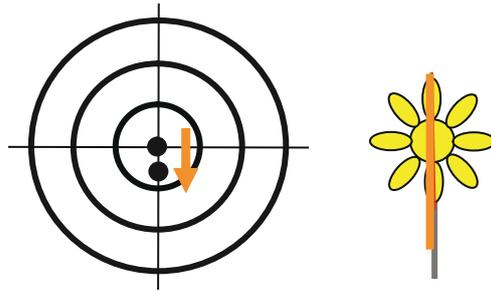
example of pure crosswind from 3 o'clock—bullets go left and up.

Let us continue on our “pure wind range” and analyze the effect of headwinds and tailwinds. A headwind will drop the bullet more than still air and a tailwind will drop it less than still air. Please notice that I did not use the term lift because in a pure head or tailwind there is no lift. In still air the bullet has to travel through the air between the muzzle and the target. In a headwind the bullet is traveling through more air relative to its path, in a tailwind it is traveling through less.

282 tHe BoOk oF RiFLe aCCURaCY



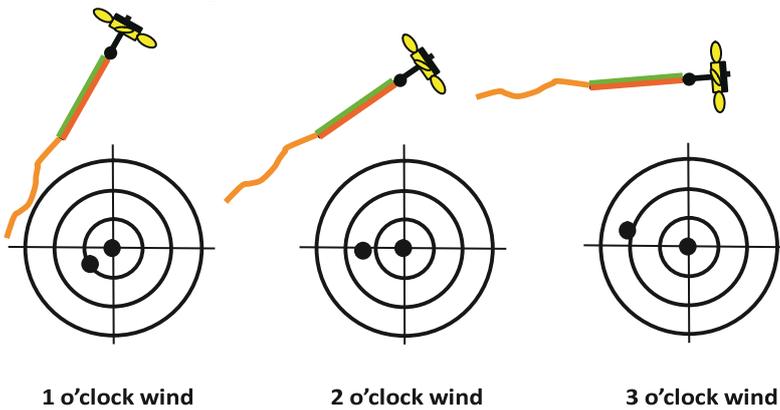
example of pure tailwind—bullet goes up a small amount.



example of pure headwind—  
bullet goes down a small amount.

In a simplistic manner, the surface presented to the wind by a bullet going into a headwind is less than the surface presented to the same bullet in a crosswind. The total deflection to the headwind is therefore less. A 10 mph crosswind will therefore move a bullet more horizontally than a 10 mph headwind will “move” a bullet vertically.

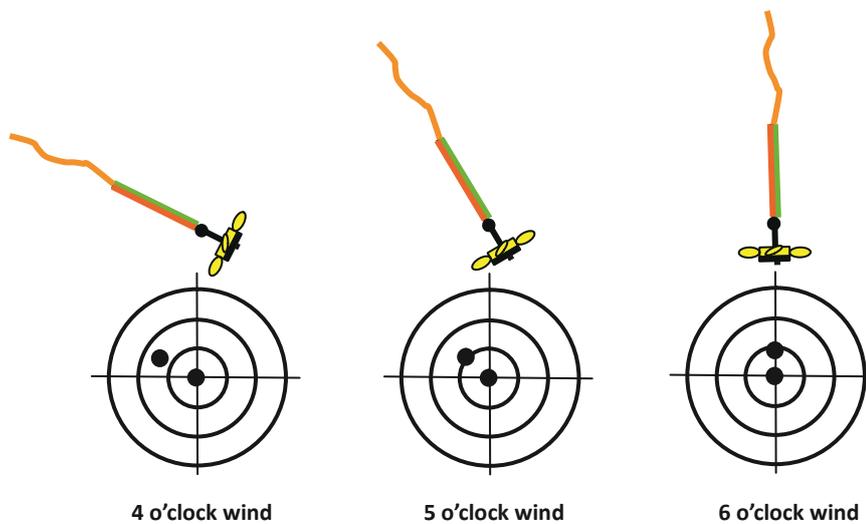
From our pure wind examples it then follows that every other type of wind is the resultant of vertical and horizontal components. Below are a series of drawings illustrating bullet movement for the same velocity of wind coming from different directions. The accompanying flags are drawn from a top view to make direction indication easier.



1 o'clock wind

2 o'clock wind

3 o'clock wind



4 o'clock wind

5 o'clock wind

6 o'clock wind

