

# *Précision et Constance du tir*

Le tir sportif sur cibles fixes, pratiqué avec des carabines et pistolets, est habituellement qualifié de “tir de précision”.

Et pour la majorité des tireurs sportifs qui opèrent sur cibles fixes, cette qualification désigne bien leur sport, activité très complexe dans laquelle, grâce à l’usage d’armes et munitions spécialement conçues et fabriquées pour une très haute qualité de fonctionnement, un groupe très restreint de compétiteurs atteint des résultats vraiment étonnants. Ils ont dû, pour atteindre ce très haut niveau, développer de grandes capacités physiques et psychologiques à travers un solide apprentissage, des milliers d’heures d’un entraînement systématique.

Il se trouve cependant que le terme « PRÉCISION » - la caractéristique de ce qui est exact - n’est pas totalement approprié : la notion même de “précision” désigne des choses beaucoup plus simples que ce qu’implique la réalisation d’un match, ou d’une bonne série.

C’est ainsi que nous évoquerons le concept de “précision du tir” comme un facteur évident, mais qui ne peut à cause de son contenu technique très simple expliquer toutes les choses complexes qui interviennent pendant la préparation d’une compétition, et durant la compétition elle-même.

En fait, le bon résultat d’un match signifie toujours que tous les tirs, ou presque, ont bénéficié d’une exécution homogène, associée à une similitude des conditions de fonctionnement de l’arme et des munitions d’un coup à l’autre.

L’ensemble de cette réalité nous conduit nécessairement à introduire la notion complémentaire et primordiale de **CONSTANCE DU TIR**, La constance est la caractéristique des choses qui deviennent prévisibles parce qu’elles se passent de manière homogène.

Ce concept englobe vraiment toute la complexité du tir de précision, tout ce monde de connaissances qui permet l’éclosion des champions.

La compréhension approfondie du concept de constance du tir implique donc l’étude de tous les éléments qui le composent y compris ceux qui concernent les armes et les munitions et les notions de balistique appliquées au tir sportif.

## ***INTRODUCTION AU CONCEPT***

Le succès en tir sportif est surtout le résultat d’une préparation. Préparation du tireur avant tout, de ses capacités physiques et mentales. Mais aussi, en ces temps où nos connaissances sont très étendues et où se révèlent chaque jour de nouvelles possibilités technologiques préparation du matériel - armes et munitions - voire même l’utilisation de nouveaux concepts chaque fois que les règlements techniques le permettent.

Il est regrettable que beaucoup de bons tireurs ne sachent presque rien de la conception et du fonctionnement des armes qu’ils utilisent, pas plus qu’ils ne s’inquiètent de la propulsion et du vol des projectiles qui atteignent leur cible. Le niveau atteint malgré ces lacunes en dit long sur la valeur des savoirs empiriques... Mais tout de même, de tels tireurs, s’ils ne sont pas soutenus par une équipe technique qui pense pour eux aux problèmes techniques de base restent handicapés par rapport aux compétiteurs plus connaisseurs de ces aspects majeurs.

Le résultat d’un tir, disons la localisation en cible de l’impact, dépend évidemment des actions du tireur.

Mais aussi, nécessairement, du fonctionnement de son arme, de sa munition, de la formation du recul, des vibrations engendrées au départ du coup par les forces développées sur l'arme par l'expulsion des gaz, de l'interaction entre l'arme et le tireur durant la course de la balle dans le canon et, finalement, des effets atmosphériques et gravitationnaires sur la trajectoire de la balle.

Même si l'on n'a pas accès à la construction de son arme, même si l'on ne veut ou ne peut recharger ses munitions, il est souhaitable de connaître toutes les notions complémentaires qui se révéleront utiles pour sélectionner ou préparer judicieusement une arme et ses munitions, pour ensuite se trouver capable d'interpréter, comprendre, tous les éléments de son tir.

### **QUELQUES DÉFINITIONS PRÉLIMINAIRES**

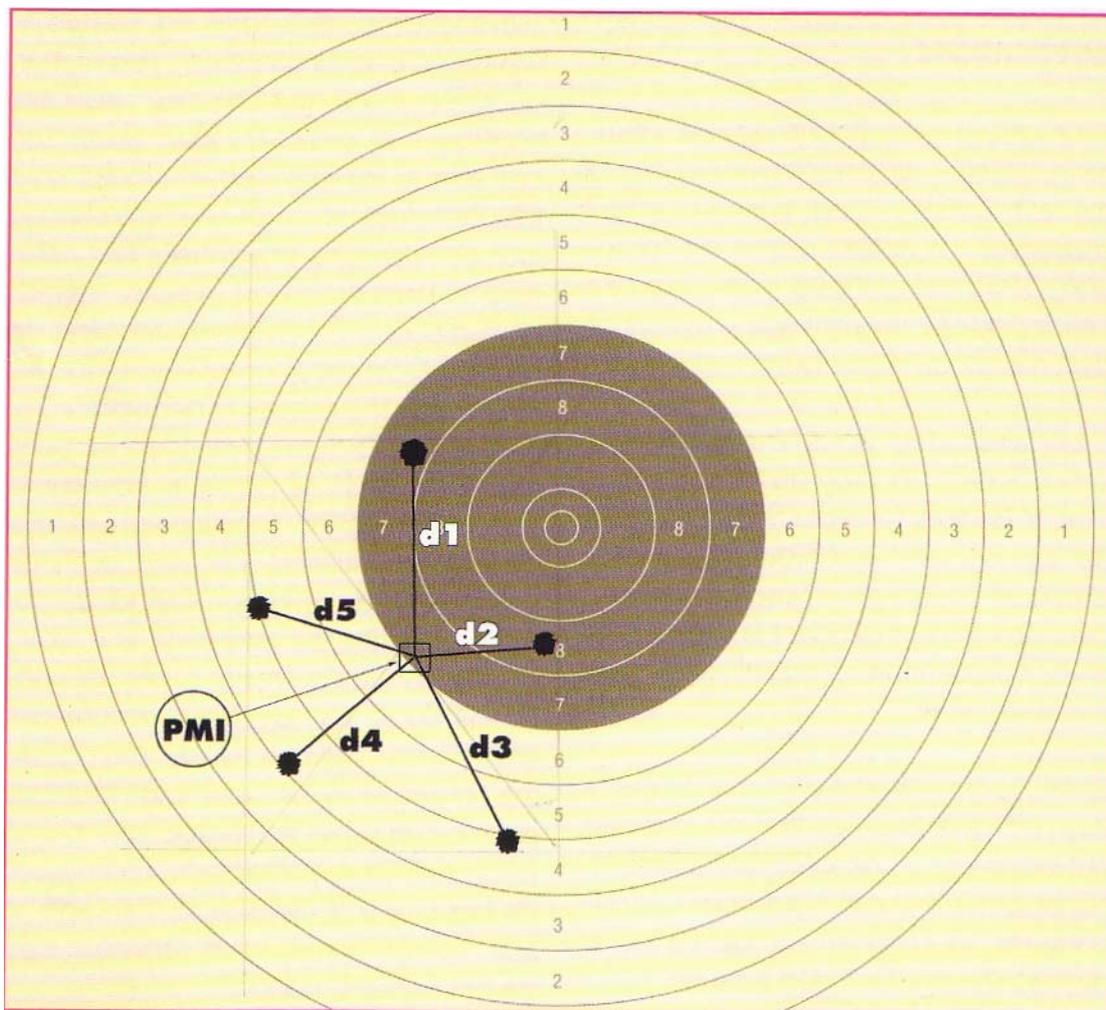
Préalablement à l'analyse qui suit, il est nécessaire d'avoir une compréhension commune des concepts suivants

**GROUPEMENT** désigne, sur une cible, l'ensemble des impacts consécutifs à des tirs réalisés dans des conditions identiques, avec le même réglage et la même visée.

#### **POINT MOYEN DES IMPACTS (ou P M I):**

C'est le centre "géométrique" d'un groupement. Il peut être situé en calculant la "moyenne arithmétique" de la déviation des impacts par rapport à un point arbitraire, mais il peut aussi être évalué avec une surprenante précision par simple observation du groupement.

**Figure n° 1** ci-dessous le P M I d'un groupement de cinq balles



### **DÉVIATION MOYENNE (D M):**

C'est la moyenne arithmétique des déviations des impacts d'un groupement, chacune de ces déviations étant mesurée par rapport au P M I, comme indiqué sur la figure n°1

$$DM=(d 1 + d 2 +d3 + d 4 d 5)$$

### **CONCEPTION D'UN SYSTÈME OU D'UN MÉCANISME (C C)**

C'est la formulation de l'architecture du système, ou mécanisme, associée à la formulation de la composition et de l'intégration des fonctions de ses composants dans le système ou mécanisme, de façon à ce qu'il fonctionne de manière optimale.

D'elle dépend en grande partie la performance d'exploitation de ce mécanisme (ou système) par son utilisateur. Pour ce qui concerne les armes et munitions de tir c'est de leur C C que dépend directement le niveau accessible de constance du tir.

### **CONSTRUCTION D'UN SYSTÈME OU D'UN MÉCANISME (C T)**

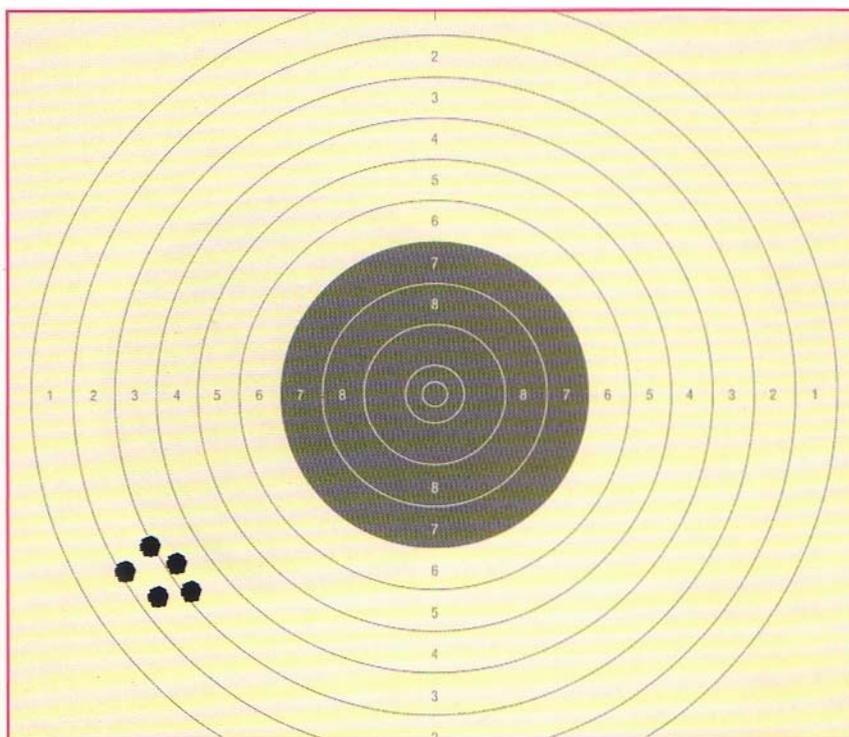
Transposition au stade de la réalisation, dans le domaine matériel, d'une conception de composants et de sa liaison sur une structure de base, en accord avec les spécifications de celle conception, de façon à ce que le système en action présente la meilleure fiabilité et une grande constance de fonctionnement (C F).

### **CONSTANCE DE FONCTIONNEMENT (C F)**

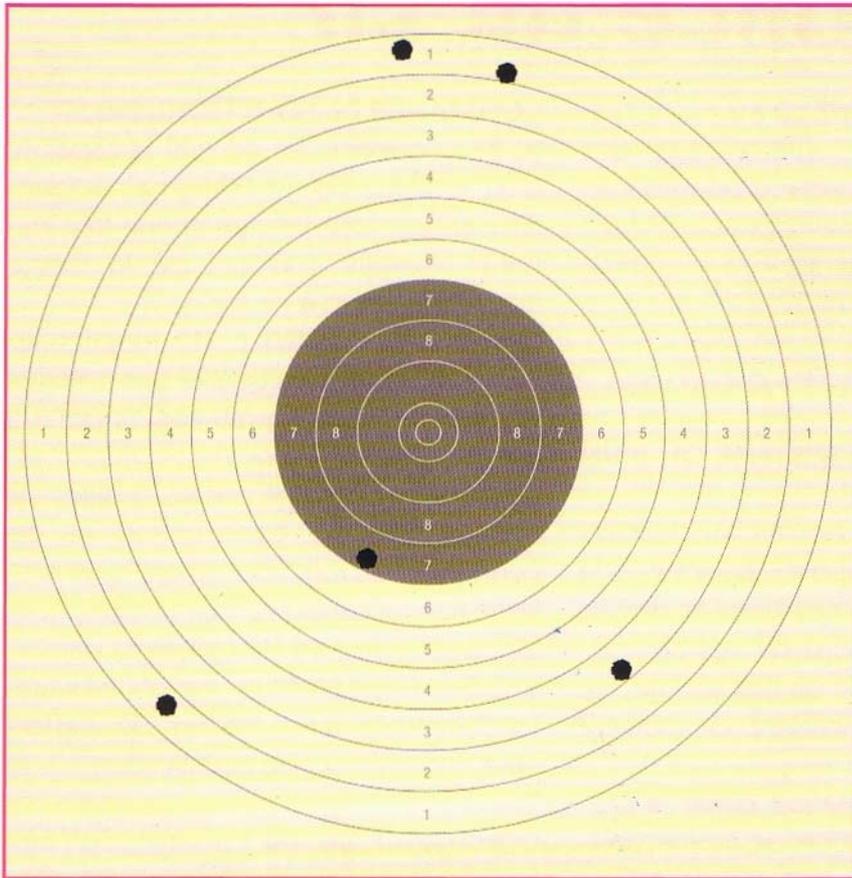
Concerne en général la capacité d'un système (ou mécanisme) à fonctionner avec une fiabilité et une "répétabilité" élevées, toujours de la même façon d'un coup à l'autre.

Une bonne constance de fonctionnement tient autant à la qualité des matières premières utilisées qu'au soin apporté à la fabrication, L'ensemble constitué par les qualités de conception de construction et de constance de fonctionnement d'un système (ou mécanisme), soit un ensemble de caractéristiques désignées ici par C C + C T + C F, constitue une contribution fondamentale au potentiel de performance des tireurs de compétition.

Figure n° 2 a) **CONSTANCE DU TIR II** s'agit d'un facteur directement relié à la qualité d'un groupement. Cette qualité se mesure à la taille du groupement (par exemple hauteur = largeur soit H + L), ou par sa déviation moyenne. Une grande constance du tir correspond à un groupement très petit, ou à une très faible déviation moyenne.



**Figure n° 2**  
un tir très constant



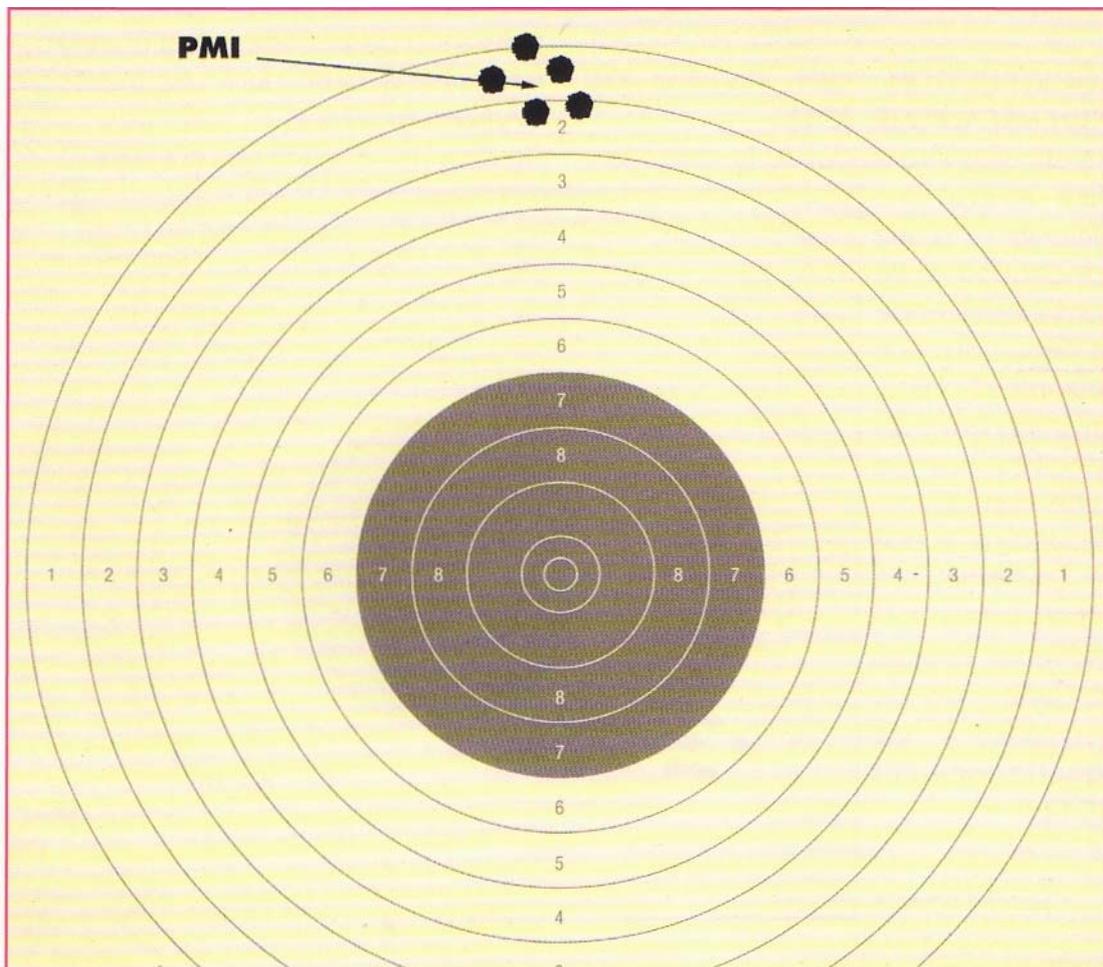
Une très grande constance de tir est toujours le résultat du produit très élevé des facteurs  $C C + C T + C F$  des sub-systèmes (eux-mêmes très complexes) mis en oeuvre pour réaliser ce tir.

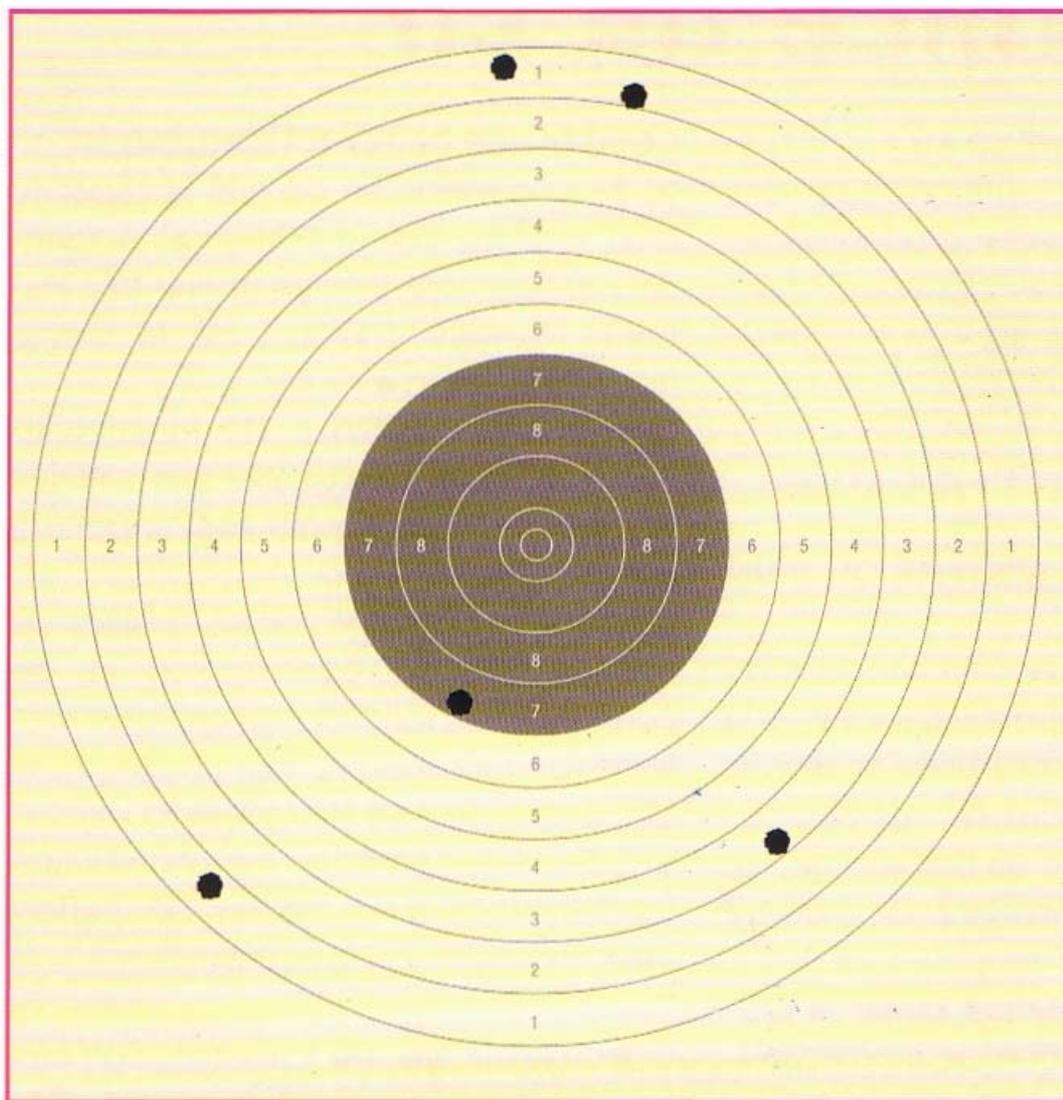
**PRÉCISION DU TIR**

C'est un facteur qui correspond lui aussi à la qualité d'un tir, et dont l'appréciation nous est directement donnée par la mesure de la déviation entre le centre de la cible et le point d'impact de la seule balle tirée, ou le P M I du groupement.

**Figure n° 2 - b)** un tir très peu constant

**Figure n° 3 a)** un tir sans précision (mais très constant)





**Figure n° 3 b)** Un tir précis (mais sans constance)

La précision du tir n'est pas directement associée à sa constance.

### ***UN PEU DE FICTION AU SERVICE DE LA COMPRÉHENSION DE LA RÉALITÉ.***

Ce matin, vous êtes au pas de tir avec l'intention d'y rencontrer le jeune Pierre, le fils de votre ami Claude qui, eu égard à vos connaissances techniques et à votre expérience de tireur, vous a demandé de guider ses premiers pas de pistolier. À votre arrivée, il était déjà là et tirait seul dans un coin du pas de tir.

Silencieusement, vous vous êtes assis à quelque distance derrière lui, pour éviter de le perturber. Assez près cependant pour observer ses actions.

Vous avez immédiatement noté que sa position ne semble pas très favorable il se place excessivement de profil, les pieds très écartés, sa tête s'incline fortement à droite pour viser etc.

De plus, après cinq minutes seulement d'observation attentive, vous êtes sûr que toutes ses visées sont trop longues, au-delà de quinze secondes.

Vous avez également constaté que, sa lunette étant placée du côté gauche de la tablette, il doit se déplacer pour observer chaque impact, modifiant ce faisant après chaque balle son groupement par rapport à la cible. Bref, un ensemble de petites choses bien habituelles chez un tireur débutant.

Peu après, il interrompt son tir pour discuter avec un tireur de passage, et se rend compte de votre présence. Il vient vous saluer, et vous invite ensuite à examiner son tir. Naturellement, dans ces quatre cibles, il y en a partout. Le tir est à peu près centré, ce n'est donc pas un problème de réglage.

Disons plutôt que ce que l'on appelle "constance du tir" ne se tient pas dans ce coin du stand!

Aussi, vous vous contentez de lui prodiguer quelques encouragements, puisque tout ceci est bien normal, et que votre débutant est même content de ses progrès sur la dernière cible tirée cinq des dix coups sont dans le visuel, bien que deux soient des huit et deux des sept, un de chaque côté.

Vous avez déjà eu l'opportunité d'examiner son pistolet, un excellent Walther GSP tout neuf. Mais vous avez, sans commentaire, noté que les munitions utilisées (du genre "Hi-Speed) sont davantage des munitions de "plinking" que des cartouches d'entraînement au tir de compétition.

Comme le jeune homme s'absente quelques instants pour téléphoner, vous restez là, seul, perplexe. Claude est vraiment un excellent ami, et vous ressentez comme une forte obligation le fait d'aider son fils. Ce dernier ne sait presque rien du tir sportif, et vous ne savez par où commencer. Partir de zéro serait certainement la meilleure solution. Mais vous craignez de décourager ce garçon en le rendant tout de suite conscient de tout le chemin qu'il lui reste à parcourir pour devenir un bon tireur. Vous devrez aussi l'avertir qu'il n'existe pas de raccourci,.. Tout en réfléchissant, vous marchez tranquillement au long du pas de tir. Arrivé au bout, vous remarquez un carabinier qui, calmement, bien à son aise, tire couché.

Un peu plus tard, votre homme commence à tirer debout, et vous décidez de vous asseoir près de lui.

Vous ne le connaissez pas. Un nouveau membre du club, ou peut-être un tireur de passage dans le coin. Mais quelque chose en lui est intéressant dès la première observation il ne fait aucun doute que cet homme sait ce qu'il fait à propos de tir. Lorsqu'il ramène sa cible, après ses premiers coups debout, vous êtes assez bien placé pour admirer un tout petit groupement de cinq ou six balles.

Il est situé très haut, mais vous savez ce qui s'est passé volontairement ou non, il n'a pas réglé sa hausse après son tir couché.

Puis vous rejoignez Pierre, qui vous attend à son poste. Vous allez commencer avec lui une longue aventure, qui sera pour lui pleine de découvertes. Et vous laissez de ce côté du stand un sportif accompli, dont la constance de tir très élevée dit combien sont loin ses laborieux débuts. Pour lui, quelques clics et le problème de la précision sera réglé le prochain groupement sera une petite merveille bien au centre de la cible...

## ***UNE RÉALITÉ TROP MAL CONNUE LA CONSTANCE DU TIR.***

De la définition que nous en avons donnée, nous pouvons déduire qu'une valeur élevée de cette constance est toujours le résultat de l'association d'une haute régularité de fonctionnement du tireur, et d'une forte valeur de la conception, de la construction et de la constance de fonctionnement de l'arme et des munitions employées.

Une constance élevée du tir correspond évidemment à une valeur élevée de la capacité de l'ensemble tireur - arme - munition à produire régulièrement, à chaque cycle de fonctionnement, un résultat cohérent, très semblable au produit des autres essais.

Ce point de vue nous permet de conclure qu'une valeur élevée de la constance du tir signifie une valeur tout aussi élevée de la capacité de l'ensemble tireur + arme + munition, permettant de réunir en cible des impacts très proches les uns des autres. Ces très petits groupements sont le signe que les tirs sont réalisés dans des conditions identiques.

"Réussir de très petits groupements", tâche décrite avec cinq mots seulement, cela semble très simple...

Mais on est loin de la simplicité!

On peut admettre en effet que cette locution décrit parfaitement le produit final de l'oeuvre supérieure réalisée, en soixante tirs et deux heures environ d'un jour mémorable, par tel ou tel Champion

Olympique ou Champion du Monde, qui allie sa science personnelle à celle d'un fameux fabricant d'armes de sport et à celle d'un non moins fameux manufacturier de munitions pour surclasser cette fois tous les autres prétendants.

Si nous voulons être justes, nous devons considérer que le produit de cette association n'est pas égal chaque jour, car il ne peut se reproduire exactement.

Sans parler de l'évidence variation naturelle de la performance du tireur il va de soi que les changements de conditions météorologiques (vent, luminosité) interviennent beaucoup.

Mais ce que savent bien tous les tireurs qui n'ont encore jamais atteint un niveau suffisant pour gagner aux Jeux Olympiques, aux Championnats du Monde ou d'Europe c'est que, sans intervention divine, ils ne sont pas capables hors certaines séances d'entraînement de réaliser les groupements qui permettent de remporter ces grandes compétitions.

Devenir un tireur constant est l'essence même de l'objectif qui conduit à mettre en oeuvre la plus haute technique armurière, en utilisant les meilleurs matériaux et les concepts les plus justes, apprendre tout ce qui est possible des positions de tir de la visée, de l'action sur la détente.

Et pour atteindre ce but il faut y consacrer du temps, beaucoup de temps...

L'entraînement au groupement reste donc le fond de la préparation de tout tireur sérieux, qui se soucie peu du nombre de dix tirés: il sait que cela reste une conséquence de la taille des groupements, leur réglage au centre étant lui - même très facile.

Si l'on tient à chiffrer tout cela, nous pouvons commencer par attribuer une valeur unitaire (1,00) à la constance absolue du tir, celle qui conduirait à passer toutes les balles du groupement dans un trou correspondant au diamètre de la balle. Dans cette perspective, nous pouvons écrire

Constance du tir = (C C + C T + C F de l'arme)

X ( C C + C T + C F de la munition)

X ( constance d'action du tireur)

X ( Constance des conditions atmosphériques, vent surtout), chacun de ces éléments étant égal à 1,00, l'unité de référence.

Voyons à présent un cas possible de variation

Soit un très bon tireur

(constance d'action = 0,95)

• Utilisant une très bonne carabine

(C C + C T + C F = 0,96)

• Et un pauvre lot de munitions

(C C + C T + C F = 0,85)

• dans un stand fermé muni d'un très bon éclairage (constance = 1,00)

La constance de tir de l'ensemble serait de  $0,95 \times 0,96 \times 0,85 \times 1,00 = 0,775$ .

• Un moins bon tireur (constance de fonctionnement = 0,90)

• Tirant une carabine légèrement inférieure (C C + C T + C F = 0,92)

• Avec une excellente munition

(C C + C T + C F = 0,94)

• Sur le même stand, bénéficierait d'une constance de tir de:

$0,90 \times 0,92 \times 0,94 \times 1,00 = 0,778$ .

Soit une capacité sensiblement équivalente à réaliser de petits groupements. C'est ainsi que la constance du tir devient 'expression d'un facteur cumulatif, et qu'un tireur bien équipé peut battre un meilleur tireur lorsque le matériel de ce dernier n'est pas au mieux.

Il est intéressant de noter que les quatre paramètres à droite de l'équation sont indépendants.

Tel tireur peut obtenir une meilleure constance de son tir grâce à une meilleure carabine, ou lorsqu'il n'y a pas de vent, et non parce qu'il devient meilleur tireur lorsqu'il tire avec cette carabine, ou par temps calme.

C'est sa nouvelle carabine qui, à elle seule, élève la constance de son tir (à ce propos, nous parlerons plus tard, et longuement d'une carabine qui "aide son tireur", d'une carabine "qui pardonne").

Il va de soi que les valeurs calculées ci-dessus sont formelles, elles n'ont que valeur d'exemple.

Il restera difficile d'obtenir une indication chiffrée précise de chaque paramètre, et encore plus d'évaluer avec précision la valeur d'un ensemble aussi complexe. Nous voulons seulement insister ici sur le fait que notre précieuse constance de tir dépend de constances diverses, et d'autres valeurs liées au sub - systèmes qui interviennent dans la réalisation des tirs.

Comment donc se forme la constance de fonctionnement de l'ensemble de ces sub-systèmes?

Pour ce qui est des carabines, pistolets et munitions, elle dépend comme nous l'avons vu de leur conception et de leur construction (C C + C T).

Elle répond de ce fait à divers critères que nous étudierons séparément et qui sont du domaine de l'étude des armes, des munitions, de la balistique et de la technique du tir.

Nous devons, entre autres, étudier les facteurs suivants

C C = C T et C F DE L'ARME:

- Architecture propre à générer un saut de bouche régulier et de faible amplitude.
- Poids de l'arme, énergie du recul et amplitude du saut de bouche.
- Rigidité de l'ensemble.
- Le dessin d'une arme destinée au tir de compétition.
- Notions de métallurgie adaptées à la fabrication des canons, échauffement dû au tir quelques propriétés des aciers '.
- Temps de fonctionnement ("Lock Time") du mécanisme de percussion et son importance pour les tireurs imparfaits (tous les tireurs, en fait, quel que soit leur niveau ).

Conception des mécanismes assurant un faible temps de fonctionnement.

- Temps de parcours de la balle dans le canon ("Barrel Time") dans les tirs à 50 et à 10 mètres.
- Formation des vibrations du canon au départ du coup Les graves conséquences des variations dans le régime vibratoire du canon.

Echauffement et variations du régime vibratoire.

- Auto-inflammation de la munition dans un canon trop chaud ("Cook - off").
- « Bedding » et uniformisation des vibrations. Les canons "flottants".
- Espace de tête recul et vibrations du canon.
- Détermination d'une longueur de canon permettant une vitesse convenable à la bouche, ainsi que 'obtention de "vibrations négatives".
- Les relations Longueur / Diamètre et la rigidité du canon ("Droop"). Détermination d'un diamètre extérieur assurant un bon équilibre et une réduction maximum des vibrations.
- Concentricité chambre - partie rayée de l'âme du canon.
- Pas des rayures, nombre, profil.

- L'érosion de l'âme du canon.
- La régularité de la bouche. Précautions à prendre au nettoyage.
- Les "amortisseurs", les freins de bouche et leurs effets sur la constance du tir.
- La parallaxe comme facteur multiplicateur Erreurs de visée / Erreurs angulaires.
- Distance de la ligne de mire à l'axe du canon ses implications sur les visées et les variations de dévers.
- Qualité des accessoires (appareils de visée bretelle, etc...).

#### CC+CT ET CF DES MUNITIONS

- Constitution et fonctionnement des munitions à percussion centrale
- Constitution et fonctionnement des munitions à percussion annulaire.
- Espace de tête et variations d'épaisseur du bourrelet.
- Régularité du fonctionnement de l'amorce et constance de la vitesse à la bouche.
- Régularité du volume et de l'énergie potentielle de la charge.
- Concentricité du collet de l'étui.
- Erosion de l'âme du canon et "vol libre" de la balle.
- Obturation.
- Calibre réel et conformité des tolérances avec les diamètres de l'âme du canon.
- Densité de section et coefficient balistique de la balle. La balle "Boat-Tail
- Les balles composites, et les fonctions des composants.
- L'oscillation de la balle dans la partie initiale de son vol. Qualité de la chemise des balles composites, et positionnement du centre de gravité face à la nécessité de réduire l'oscillation de la balle tout au long de sa trajectoire.
- Loi de Didion et coefficient balistique.

La munition pour bien tirer dans le vent.

- Effet de Magnus et dérive.
- Le rechargement. Matières premières pour la fabrication des munitions.

#### **CONSTANCE D'ACTION DU TIREUR:**

- La préparation des matériels.
- La concentration sur sa performance face à des conditions difficiles.
- Acuité visuelle et techniques de visée.
- Stabilité des positions de tir, et de l'arme au moment du départ du coup.
- La physiologie des muscles qui interviennent au départ du coup.
- Départ "conscient" et départ "subconscient".
- Qualité du départ du coup.
- Les techniques d'action sur la détente.
- La capacité à régulariser les appuis sur l'arme d'un coup à l'autre, surtout à 10 et 50 mètres.

## **CONSTANCE DU TIR ET CONDITIONS ATMOSPHERIQUES**

- Les déviations provoquées par les vents longitudinaux (de face, d'arrière).
- Les déviations causées par les vents transversaux La loi de Didion, le coefficient balistique et l'effet Magnus.
- Les munitions subsoniques (22 L R) pour tirer dans les grands vents.
- Résistance de l'air et oscillation de la balle sur sa trajectoire.

Tous ces facteurs, qui sont normalement abordés dans le cadre d'études de la balistique et des techniques de tir de précision le seront ici à propos de la constance du tir.

## **REVENONS - EN A NOTRE FAMEUSE "PRÉCISION DU TIR"**

A l'exception du tir de Bench-rest, où l'on établit le résultat en fonction de la taille des groupements, les tireurs sur cible veulent surtout faire des dix, beaucoup de dix...

Atteindre ce but est normal dès que son tir présente les qualités de constance suffisantes.

Il est naturel que, dès que la technique de tir est au niveau, et que l'équipement est fin prêt, les petits groupements soient à notre portée.

En venir aux longues séries de 10 est alors facile, presque immédiat.

Le (petit) groupement est légèrement à gauche du centre du 10?

Il suffit de savoir tourner la molette dans le bon sens, connaître la valeur du clic, pour effectuer le réglage qui mettra en plein centre le prochain groupement. C'est une opération vraiment très simple.

Le seul cas pour lequel la notion réelle de précision du tir doit être traitée avec un soin extraordinaire, c'est lorsque le tireur ne dispose que d'un seul essai. C'est souvent le cas pour le chasseur de gros gibier, qui peut dépenser des sommes très élevées pour obtenir un trophée rare.

Dans ce cas, la précision que l'on souhaite correspond à celle d'un canon "froid", ce qui n'est que rarement le cas en tir de compétition.

Mais comme cette éventualité se produit tout de même de temps à autre (longue interruption volontaire du tir biathlon chaque tireur doit connaître la déviation en cible causée par un Canon froid...

Voici donc exposées les grandes lignes de nos développements futurs, ceux qui vous seront proposés dans Tir Passion et qui, nous l'espérons, vous aideront à devenir plus savant des choses du tir sportif.

C'est un long projet, qui correspond à beaucoup de sujets importants et différents. Il nous faut à présent encore un peu de fiction pour soutenir votre motivation à nous lire jusqu'à la fin de cette longue introduction. Trop de théorie fatigue...

Après tout, vous n'avez probablement aucune intention, sans parler des possibilités, de construire vos armes de tir ou charger vos munitions.

Le tir c'est beaucoup pour vous, mais vous avez peut-être bien passé l'âge des grands espoirs personnels.

En fait, tous vos espoirs de réussite sportive sont à présent passés dans les mains de votre fils qui, comme vous, aime tant ce sport, et atteint le niveau qui devrait lui permettre de tirer les prochains championnats nationaux. Il travaille aussi bien à l'école qu'à l'entraînement, et vous avez le projet de lui offrir une belle et bonne carabine libre. Jusqu'à la lecture de l'article de Jean-Pierre AMAT dans le n° du magazine de Tir Passion, votre opinion était faite: Il aurait à choisir une carabine allemande parmi les Anschütz, Feinwerkbau, Walther .

# ELEMENTS DE BALISTIQUE, TECHNIQUE DU TIR, DES ARMES ET MUNITIONS, DESTINES AUX TIREURS SPORTIFS.

## CHAPITRE 2 - MOUVEMENTS D'UNE ARME AU DEPART DU COUP

- ORIGINE DE CES MOUVEMENTS,

- CONSEQUENCES DE LEURS VARIATIONS UNE ARME QUI CONTRIBUERAIT  
A REDUIRE CES CONSEQUENCES

### **SOMMAIRE**

Ce chapitre est une partie purement "tactique" nous n'avancerons pas directement vers notre objectif. C'est une sorte de manoeuvre d'approche destinée à créer des conditions plus favorables pour atteindre notre but : aborder de la meilleure façon l'étude que nous avons appelée "Conception, construction et constance de fonctionnement de l'arme"

Le développement très intéressant de ce sujet nous conduira bien au delà de l'analyse des caractéristiques et de la performance des canons, thème habituel des tireurs et autres personnes faisant des armes leur sujet préféré.

En préparation à ces développements, nous devons introduire un certain nombre de définitions celles des termes techniques que nous emploierons le plus souvent.

Pour être parfaitement clair sur le principe, nous préférons vous annoncer tout de suite que notre objectif est d'aboutir à des solutions qui participent à la conception et à la construction d'armes de sport qui aident le tireur en compétition, des armes qui "pardonnent" es petites imperfections du tireur et de sa munition.

Nous prendrons pour base de notre travail es quatre postulats suivants

- Pendant le départ du coup (voir définition ci-dessous), la mise en mouvement du projectile, objet dont la masse n'est pas négligeable, produit par réaction un déplacement de l'arme.
- Toute variation de ce déplacement d'une balle à l'autre conduit à un impact anormal en cible.
- Plus grande est l'amplitude du mouvement "normal" de l'arme au départ du coup, plus grand est le potentiel d'irrégularité dans ce mouvement, et plus grande se trouve l'amplitude répercutée en cible de ces variations.

De ce fait, la conception de l'arme de match doit être orientée de telle manière que son déplacement normal au départ du coup soit le plus petit possible.

- Enfin, nous savons que certaines caractéristiques liées au dessin des armes de sport peuvent favoriser une réduction de l'amplitude de la réaction, et même en compenser certaines variations l'affectant pendant le départ du coup.

Avant de faire état des caractéristiques contribuant à réduire l'amplitude totale de ces mouvements "normaux", et même à compenser plus ou moins leur variation d'un coup à l'autre, nous devons identifier, classer et analyser tous les mouvements capables d'affecter la stabilité d'un canon pendant le départ du coup.

Nous déterminerons également les caractéristiques qui permettraient de réduire l'amplitude totale des mouvements anormaux.

Ceci nous permettra, plus tard, de comprendre ce que l'on peut faire en termes d'organisation de l'architecture de l'arme de tir de constitution et de construction de ses composants, pour accéder à de bonnes solutions globales celles qui peuvent réduire les conséquences en cible des mouvements irréguliers générés par les imperfections techniques du tireur. Ce sont des solutions qui influent sur la conception et la construction de arme de sport de manière à aider le tireur.

Nous parions bien d'une arme qui, autant que possible, compense les petites différences dues aux faibles variations de fonctionnement des bonnes munitions, ainsi que les petites erreurs techniques que le tireur imparfait (ce qu'est tout tireur, quel que soit son niveau) peut commettre.

## **INTRODUCTION AU CONCEPT**

Nous devons avant tout définir les réalités du DEPART DU COUP, telles qu'elles doivent être comprises

Du point de vue de la technique du tir sur cible immobile, cette expression désigne une action qui débute dans la partie finale de l'essai, et qui doit être réalisée durant la période terminale de la visée.

Si nous voulons nous limiter au fonctionnement de l'arme, le mot "départ" désigne alors exclusivement l'ensemble des actions qui s'enchaînent depuis la libération du percuteur jusqu'à la sortie de la balle à l'air libre, au delà de la bouche. Nous verrons plus tard que la durée du départ est une caractéristique importante de l'arme de match. Elle est le produit de l'addition des temps de fonctionnement suivants : temps de percussion (Lock time) + temps de combustion de la poudre (Ignition time) + temps de parcours de la balle dans le canon (Barrel time).

Reportez-vous aux définitions proposées à la fin de cette étude.

Nous avons vu au chapitre "Précision et constance du tir" que la constance du tir dépend directement

- de la conception, de la construction et de la constance de fonctionnement de l'arme et de la munition.
- de la constance d'action du tireur.
- de la stabilité de l'éclairage de la cible et autres conditions atmosphériques intéressant l'espace compris entre la bouche du canon et la cible.

L'intérêt de l'analyse des mouvements de l'arme pendant le départ du coup tient à la prééminence d'un principe très simple, qui domine toute la réalité du tir. Un principe qui est une évidence, mais dont l'importance fondamentale est rarement prise en compte

Le point d'impact d'une balle en cible est déterminé NON PAR LA POSITION DU CANON AU DEBUT DU PROCESSUS DE DEPART DU COUP, mais bien par LA POSITION SPATIALE DU CANON (et son mouvement) LORSQUE LA BALLE QUITTE LA BOUCHE.

Tout entraîneur sait que l'acquisition d'une bonne technique de visée est un processus relativement simple comparé à l'apprentissage et à l'entretien d'un départ de coup efficace, secteur qui réserve périodiquement à tout tireur des surprises de taille, et rarement agréables...

D'autre part, tout tireur expérimenté sait bien qu'à chaque coup le départ, cet instant si court que sa durée se mesure en millisecondes, est une phase déterminante de la qualité du tir il influe totalement sur le résultat tel que nous le voyons inscrit sur la feuille de match

Si nous n'avions été formé à l'école de la pensée positive, nous aurions même pu définir l'importance de ce qui se passe au départ du coup comme un élément "critique"

Mais nous aurions craint qu'ainsi (et pourtant justement) qualifié, certains lecteurs trouvent cette difficulté "redoutable" alors qu'elle est plutôt stimulante

Dans la bonne tradition du tir sportif, il est dit que l'action du doigt sur la queue de détente (processus bio-mécanique initial du départ du coup) ne doit pas introduire de mouvements supplémentaires à ceux qui caractérisent la stabilité pendant la partie finale de la visée.

Nous en déduisons que la vision accompagne le mouvement de l'arme afin que l'on puisse "annoncer le tir. Mais il est clair que

- Les diverses actions du départ ne peuvent que générer des mouvements de l'arme. En accord avec le troisième principe de Newton. Il est en effet impossible de mettre en mouvement le projectile sans que l'arme toute entière ou en partie, ait un quelconque mouvement de réaction en "sens contraire".
- La durée du départ correspond exactement à la période de fonctionnement de l'arme et de la munition. Ceci veut dire que lorsque l'arme et la munition apportent une mauvaise contribution au tir, elles le font

pendant la durée totale du départ du coup. Dans le même temps au contraire, si arme et munition sont le fruit d'une conception favorable, elles manifestent leurs qualités pendant toute la durée de ce processus déterminant.

- Lorsque les choses ne se passent pas bien, lorsque l'impact se trouve éloigné du point annoncé, les tentatives d'analyse de ce qui s'est réellement passé ne sont pas simples : les erreurs commises (qui ne sont rien d'autre que des mouvements ajoutés, indésirables) pendant ces instants "critiques tendent à être masquées par l'ample mouvement dû au recul et au saut de l'arme (voir définitions).

Le départ du coup devient alors un processus aussi important que complexe, dans lequel interviennent de nombreuses variables déterminantes dans le fonctionnement du tireur de son arme et de la munition qu'il utilise.

En gardant bien présent à l'esprit notre objectif, qui est l'identification et l'étude déterminant CC + CF et CF de l'arme nous préciserons un projet très stimulant caractériser le fonctionnement d'une arme "qui aide le tireur".

Nous tiendrons compte, pour atteindre ce but, des mouvements induits par le tireur lui-même et par son couple arme-munition pendant les brefs instants du départ du coup. Et nous en viendrons nécessairement à analyser les conséquences des variations (d'un coup à l'autre) de ces mouvements.

### ***LES MOUVEMENTS DU CANON PENDANT LE DEPART DU COUP ET LEUR ORIGINE***

#### ***PARAMETRES DE CONCEPTION DE L'ARME INFLUANT SUR CES MOUVEMENTS:***

Nous avons identifié neuf types de mouvements pouvant se manifester durant le départ du coup. Ils sont décrits dans le tableau suivant.

Veillez noter en préalable que ces mouvements peuvent être

- initiés par le tireur

- ou indépendants de son action, et donc générés uniquement par le fonctionnement de l'ensemble arme - munition.

<b>CLASSE</b>	<b>NATURE DES MVTS</b>
<b>K</b>	Ceux qui sont la continuation (par inertie de l'arme ou du corps du tireur) des mouvements qu'avait l'arme durant la visée ,au début du départ du coup.
<b>L</b>	Les mvts dus aux excès de pression sur la queue de détente ou sur la crosse pendant le lâcher.
<b>M</b>	Les mvts qui peuvent affecter la stabilité de l'arme à cause de contractions musculaires,réflexes involontaires ,associés au départ du coup.
<b>N</b>	Les mvts liés au déplacement du centre de gravité de l'arme,consécutifs au déplacement du percuteur et des pièces du mécanisme de détente.
<b>O</b>	Les mvts liés au déplacement du centre de gravité de l'arme,consécutifs au déplacement des gaz et de la balle tout au long du canon.
<b>P</b>	Pour les pistolets semi automatiques,le déplacement du centre de gravité de l'arme lié au mouvement de la culasse.
<b>Q</b>	Les vibrations propres du canon.
<b>R</b>	Le recul.
<b>S</b>	Le saut de bouche.

La bonne compréhension de ce tableau impose que l'on s'attarde à présent sur les quelques définitions qui suivent :

Quantité de mouvement c'est le produit ( $M \times V$ ) de la masse  $M$  par la vitesse  $V$  d'un corps en mouvement.

Vibrations du canon au départ du coup la très vive montée des pressions dans la chambre et l'âme du canon constitue un phénomène du type choc mécanique qui fait que toute l'arme, et en particulier son canon, vibre comme un diapason. Cet ensemble vibratoire est constitué d'une 'vibration fondamentale' et de ses 'fréquences harmoniques'. On considère en principe, par commodité, que l'extrémité du canon fixée au boîtier de culasse constitue un point de mouvement transversal nul et, dans ce cas, la vibration fondamentale agirait comme sur la figure suivante

**Figure n° 1**

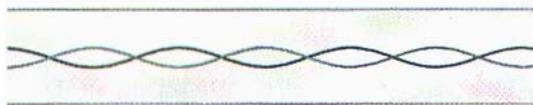


En réalité, le boîtier de culasse n'est pas neutre il est lui-même soumis à de fortes vibrations.

Il est évident que la vibration d'un canon a un caractère circulaire. Elle se manifeste dans toutes les directions transversales, et la représentation ci-dessus constitue seulement une projection bidimensionnelle de ce mouvement.

Les vibrations harmoniques agissent en superposition à cette vibration fondamentale. Résultat les différents points du canon sont sujets à un mouvement transversal plus ou moins intense, comme représenté sur la figure suivante

**Figure n° 2**



Pour un canon d'épaisseur uniforme, nous retrouvons à espacement régulier sur toute sa longueur le point de vibration maximale.

Souvenez-vous que toutes ces vibrations (fondamentale et harmonique) ont un caractère circulaire. Sur le papier, nous en sommes réduits à représenter des projections de mouvements sur deux plans...

Chaque canon a son "mode naturel" de vibration. Pour un long canon de carabine de match, les points correspondant à l'amplitude vibratoire maxima sont espacés de 15 à 20 centimètres.

Les faibles différences de puissance liées aux variations infimes de charge de poudre ne changent pas la fréquence de toutes ces vibrations, mais seulement leur amplitude. C'est pour cela que, sur les canons de carabine, on évite de couper à une longueur correspondant à un point de vibration minimale (soit un point de transition de la vibration). On coupe au contraire sur un point correspondant à une section où la vibration totale est maxima et où la bouche est à sa position la plus basse lorsque la balle sort du canon. On obtient ainsi un canon qui génère ce que l'on appelle une "vibration négative" au moment du départ du coup (voir définition).

Recul ce terme s'applique au mouvement longitudinal d'une arme au départ du coup. Pour une arme à feu, ce mouvement est dû aux forces que les gaz produits par la combustion de la poudre exercent sur la base de l'étui, forces qui sont transmises au bloc de culasse. Pour les armes "à pression d'air", ce mouvement est produit par les forces longitudinales exercées sur l'arme par les gaz libérés au départ du coup.

En termes plus "scientifiques" on devrait dans les deux cas, se référer à une conservation de la quantité de mouvement qui peut s'exprimer par l'équation suivante

$$M_{\text{projectile}} \times V_{\text{balle}} - M_{\text{arme}} \times V_{\text{arme}} = 0$$

Cette équation établit la relation entre la vitesse de recul de l'arme

( $V_{\text{arme}}$ ) et celle du projectile ( $V_{\text{balle}}$ ), en fonction des masses de l'arme ( $M_{\text{arme}}$ ) et du projectile ( $M_{\text{balle}}$ ).

Étudions une fiction si la balle n'avancait pas (à cause d'un diamètre très excessif par exemple), il n'y aurait pas de recul, car la quantité de mouvement du projectile serait inexistante

$$M_{\text{balle}}=0 > M_{\text{balle}} \times V_{\text{balle}} = 0 > M_{\text{arme}} \times V_{\text{arme}} = 0$$

Ceci si le canon n'éclatait pas sous la pression des gaz. Car dans le cas où il céderait, il en résulterait au contraire d'importantes quantités de mouvement. Le recul total d'une arme peut en réalité être attribué à la réaction du mouvement de la balle (et des gaz) tout au long du canon puis, dans une seconde phase, à la réaction du mouvement des gaz lorsqu'ils débouchent (après la balle). Mais ce recul secondaire ne nous concerne pas puisqu'il intervient à un moment où le déplacement du canon ne peut plus influencer la trajectoire du projectile.

Les faibles variations du recul n'ont pas d'influence directe sur la trajectoire de la balle mais elle affectent bel et bien le saut de bouche, puisque l'existence d'une force de recul est à l'origine de la formation dudit "saut de bouche".

Saut de bouche cette expression désigne le mouvement de rotation (c'est donc un mouvement angulaire dont l'origine est le principal point d'appui arme - tireur, se produisant sur un plan approximativement vertical pendant le départ du coup. Cette rotation est due, pour l'essentiel à deux réactions

- au fait que la force des gaz qui provoque le recul et qui s'exerce sur l'axe du canon, n'est pas dirigée au centre de gravité de l'arme. Tout se passe ici comme à la situation "B" du cas général représenté par le schéma suivant

### Figure n° 3, A et B

Il est à présent évident que, pour bénéficier du saut de bouche le plus réduit possible, le centre de gravité de l'arme doit être situé au plus près de l'axe du canon. Si nous voulons qu'il en soit ainsi avec les carabines et les pistolets conventionnels, le poids de l'ensemble canon - boîtier de culasse - culasse doit constituer la majeure partie du poids total de l'arme.

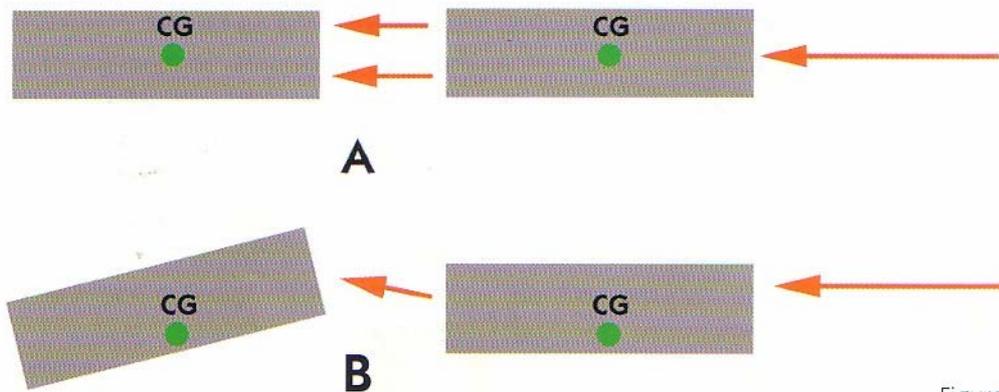
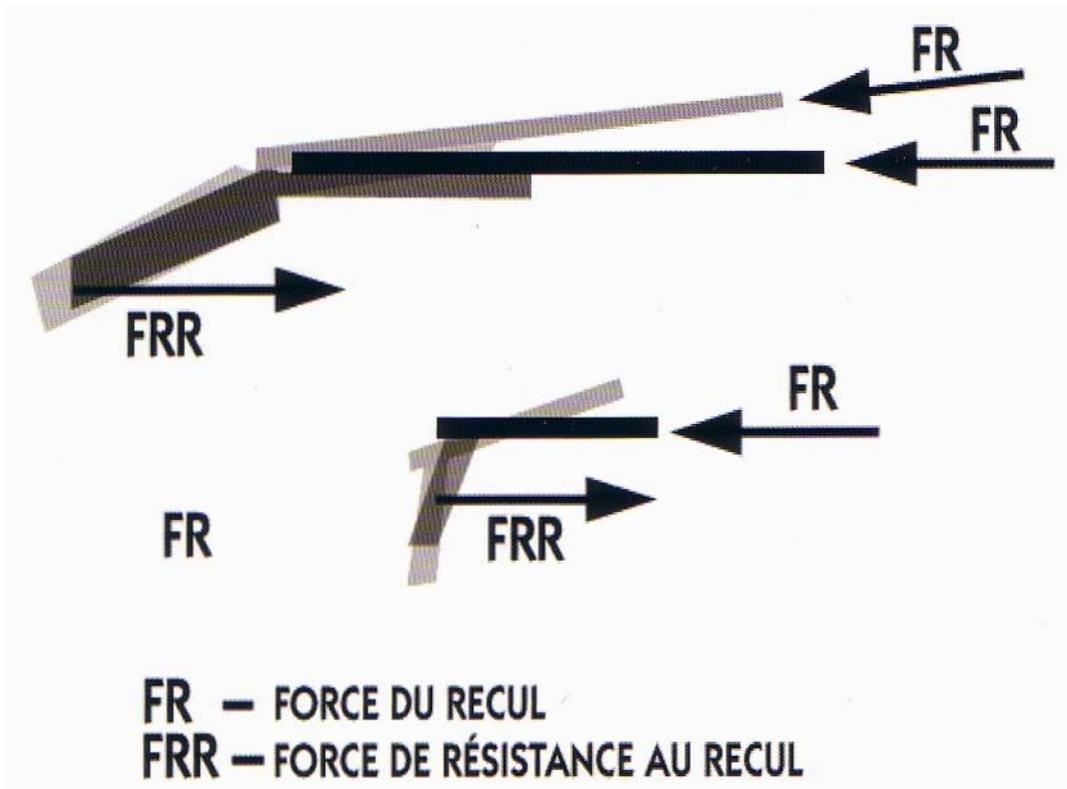


Figure 3

- au fait que les principaux appuis de l'arme sur le corps du tireur se situent au dessous de l'axe du canon axe sur lequel s'exerce la force du recul. Ce qui conduit à la formation d'un binôme provoquant la rotation de l'arme, comme représenté sur le schéma suivant

Figure n° 4



Parallèlement, et pour des raisons similaires, il y aura presque toujours une composante latérale au saut de bouche. Soit un mouvement angulaire latéral qu'il faut prendre en considération.

Au contraire de ce qui se passe avec le recul, les variations d'un coup à l'autre du saut de bouche se traduisent par des positions spatiales différentes du canon au moment où la balle quitte la bouche. Ceci entraîne de grandes variations des points d'impact en cible.

Ainsi que nous l'avons évoqué pour le recul, le saut de bouche total d'une arme provient, en réalité, du mouvement de recul de l'arme pendant le trajet de la balle dans le canon, auquel s'ajoute dans une seconde phase le mouvement de recul généré par l'expulsion des gaz à la bouche.

Mais cette seconde partie du saut de bouche ("saut secondaire") ne nous concerne pas vraiment puisqu'elle intervient alors que la balle a quitté le canon, sans pouvoir influencer sa trajectoire.

Sur le tableau suivant (voir prochaine fiche), nous faisons la liste des actions du tireur et celle des caractéristiques de l'arme et de la munition capables d'influencer ou engendrer chacun des neuf types de mouvements précédemment identifiés

Pour la bonne compréhension de ce tableau, il est nécessaire de donner quelques définitions supplémentaires

Bedding ce terme anglais est également usité en français pour désigner l'implantation des parties métalliques d'une arme sur sa crosse. -

Pour les carabines, le maintien d'un régime vibratoire régulier et favorable est une caractéristique fondamentale. Un bon "bedding (une fixation solide et constante de l'action sur une surface suffisamment grande de la crosse) est indispensable au maintien de ce régime vibratoire.

### Action du tireur / caractéristiques de l'arme / mouvements

Type de mouvement	Influence des actions du tireur	Influence des caractéristiques de l'arme	Influence de la munition
<b>K</b>	La position de tir La stabilité de l'arme	Poids et équilibre de l'arme Durée du départ du coup.	Aucune
<b>L</b>	Action globale main droite. Indépendance du doigt agissant sur la queue de détente.	Poids de détente. Réglages du mécanisme de détente.	Aucune
<b>M</b>	Action involontaire de divers muscles pendant le départ du coup.	Durée du départ du coup.	Aucune.
<b>N</b>	Fermeté de la position et de la tenue de l'arme.	Durée de la percussion (constitution et masse des composants du mécanisme de détente). Masse et moment d'inertie de l'arme.	Aucune
<b>O</b>	Fermeté de a position et de la tenue de l'arme.	Longueur du canon Masse et moment d'inertie de l'arme.	Poids de la balle. Poids de la charge de poudre.
<b>P</b>	Fermeté de la tenue de l'arme.	Architecture de l'arme. Constitution et masse du bloc de culasse et du ressort récupérateur.	Aucune.
<b>Q</b>	Le carabinier peut toucher le canon de sa main gauche.	Poids, rigidité et dimensions du canon. Bedding déficient (les pressions sur le mécanisme sont mal réparties). Espace de tête trop grand.	Variation de la charge de poudre ou du diamètre de la balle.
<b>R</b>	Appuis et tenue de l'arme.	Moment d'inertie de l'arme. Architecture de l'arme. Espace de tête. Durée de déplacement de la balle dans le canon.	Poids de la balle et de la charge de poudre.
<b>S</b>	Appuis et tenue de l'arme.	Moment d'inertie de l'arme. Position de la chambre par rapport au principal point d'appui. Architecture de l'arme. Durée du parcours de la balle dans le canon.	Poids de la balle et de la charge de poudre.

Droop ce terme anglais est lui aussi utilisé en français pour désigner la très faible flexion que présente, à cause de son propre poids et de la qualité de l'acier généralement utilisé un long canon de carabine (ou de canon d'artillerie. .)

Le "droop" contribue de manière très indésirable à la formation des vibrations du canon au départ du coup. Il provoque des mouvements similaires à ceux que l'on peut observer sur un tuyau souple dans lequel on envoie subitement de l'eau sous pression...

Durée du départ c'est le temps compris entre la libération du premier levier de détente et la sortie de la balle à la bouche du canon. La durée du départ est égale à l'addition des temps de fonctionnement suivants

Mécanisme de détente + course du percuteur + inflammation et combustion de la poudre + course de la balle dans le canon

Durée de percussion ou "lock time". C'est le temps compris entre le décrochage du premier levier de détente, et la frappe du percuteur sur l'étui ou l'amorce, ou la soupape sur les armes à gaz comprimé. Etant donné que ce temps correspond habituellement à la majeure partie de la durée du départ (0,003 seconde est déjà une très bonne valeur), il s'agit d'une caractéristique très importante de la qualité de fonctionnement d'une arme de sport.

Durée de l'inflammation, ou "Ignition time" pour les armes à feu, c'est le temps qui s'écoule entre la frappe du percuteur et la mise en mouvement de la balle grâce à la pression des gaz générés par la combustion de la poudre. Pour les munitions modernes, cette durée est d'environ 0,001 seconde.

Durée de la course de la balle dans le canon, ou "barrel time". Il s'agit du temps qui s'écoule entre la mise en mouvement de la balle, dès qu'elle sort de l'étui, et sa sortie à la bouche du canon. Dans un canon de carabine 22 LR, cette durée est d'environ 3,003 seconde. Pour une balle de 308 W tirée dans un canon de même longueur, cette valeur descend à 0,001 seconde.

Energie cinétique est le produit de  $M \times V^2 / 2$ , la moitié du produit de la masse M par le carré de la vitesse V d'un corps en mouvement.

Moment d'inertie c'est la somme des produits ( $M_i \times L_i^2$ ) des masses individuelles des composants d'un corps par le carré des distances à l'axe autour duquel le corps va tourner.

En pratique, le moment d'inertie longitudinal d'une arme est prononcé quand elle a beaucoup de poids près de la bouche, ou quand son centre de gravité est très avancé.

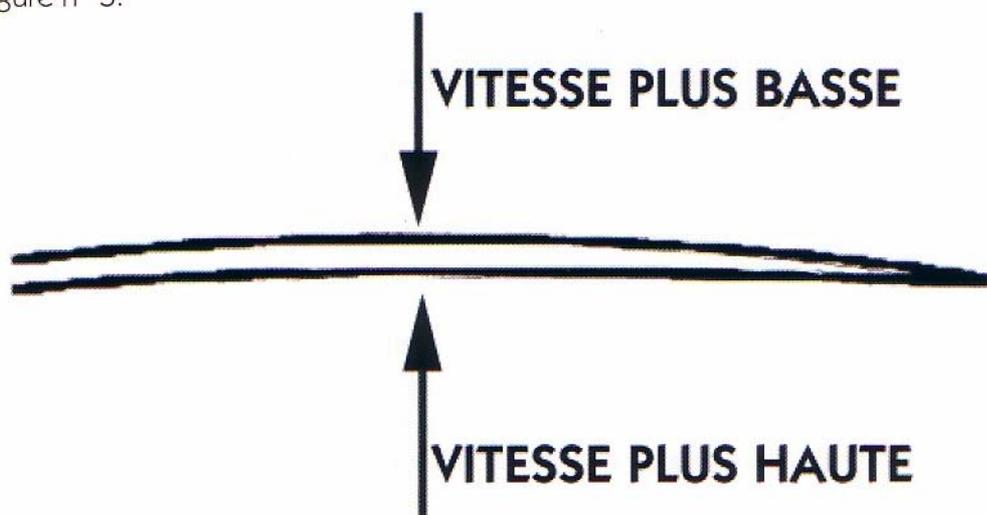
Espace de tête, ou "head space" c'est la distance comprise entre la face avant du bloc de culasse en position "fermé" et la tranche de chambre. Un espace de tête excessif peut avoir une influence très sensible sur le recul et les vibrations du canon.

Poids de détente c'est la force qui doit être appliquée à la queue de détente (la mesure se fait réglementairement à mi-hauteur de cette pièce) pour provoquer le départ du coup.

Vibration négative ceci caractérise un canon dont la longueur est telle que sa bouche se trouve toujours à l'extrémité inférieure de sa vibration dans le plan vertical lorsque la balle le quitte. Ainsi, lorsqu'une charge un peu plus forte génère une vibration plus intense, la balle, qui de ce fait a une vitesse initiale plus grande quitte le canon sur une position de bouche un peu plus basse par rapport à la cible. Et vice-versa pour le tir d'une cartouche à la charge un peu plus faible. Ceci autorise ce que l'on appelle une "compensation automatique" des différences de vitesse initiale (balles plus rapides tirées sur une trajectoire plus basse, et balles plus lentes sur une trajectoire un peu plus haute).

Dans ces conditions de compensation automatique, les deux types de trajectoire coïncideront à une certaine distance (on espère que ce sera à la distance où se trouve la cible comme nous le présentons sur la figure 5

Figure n° 5.



### **EN CONCLUSION**

Nous savons à présent que

- Chacune des classes de mouvements répertoriées provoque un certain déplacement de l'impact en cible.
- Si à chaque départ de coup les déplacements étaient réguliers, l'ensemble tireur - arme - munition fonctionnant selon une constance optimale, les résultats seraient toujours très bons (aussi longtemps que subsistent de bonnes conditions d'éclairage et d'aérogologie).
- Le problème majeur du tir sportif tient dans le fait que le tireur introduit constamment des variations plus ou moins prononcées dans son action, d'un tir à l'autre, d'un coup au suivant. Et qu'en même temps il y aura toujours de petites variations dans le fonctionnement de la munition.

Le fait qu'il y ait constamment de telles variations dans les mouvements de l'arme pendant le départ du coup, et par voie de conséquence des déviations des impacts en cible (même lorsque visées et stabilité sont parfaites) est une vérité incontournable du tir sportif.

Nous sommes ici dans le monde réel du tir, sur le terrain, et c'est bien là que les caractéristiques propres à chaque arme peuvent faire une grande différence.

Une "bonne arme" est celle qui fonctionne avec une régularité absolue et qui, dans la mesure du possible et le plus normalement du monde, "absorbe", "gomme", "neutralise" les inévitables petites variations de fonctionnement du tireur et de sa munition.

Ceci grâce à sa conception et à la qualité de sa réalisation et de son fonctionnement.

**Francisco NETO, Février 1998.**