

# La stabilité des balles

S'il est évident que nous ne rayons pas nous mêmes les canons de nos armes, des groupements non satisfaisants ou des balles de travers sont en partie dus à une inadaptation du pas des rayures (trop grand) et du projectile (trop long).

G. Etienne

## La formule de Greenhill, suite...

Notre découverte de "la formule de Greenhill" vous avait été relatée dans la revue Tirs numéro 6 de 1995.

Nous n'avions rien d'autre à l'époque et même ignorions qui était Mr Greenhill ? américain ? anglais ?

Quelques informations, découvertes ces derniers mois m'amène à vous les communiquer de façon résumée.

Cela se fera par des commentaires sur 3 livres ou articles parus.

### • Understand Ballistics

par Robert A. Rinker édité par Mulberry House - U.S.A. commente la formule de Greenhill et certaines limites.

• **Une revue N.R.A.** anglaise, article de Charles Young qui commente la formule de Greenhill et décrit le programme software "McGyro" basé sur le travail de Mr Robert L McCoy (US Army Ballistic Research Laboratories) et écrit par Wm.C. Davis, Jr. L'article explique de nombreux essais faits en match (même à 1000 yards) avec des pas et balles différents.

• **Le manuel Sierra 1998** qui commente des valeurs de coefficient balistique et sa variation en fonction du pas des rayures (sous l'effet de la nutation parasite). (voir figure 3)

Il apparait que le résultat de ces 3 "études" converge, que les informations peuvent être mixées pour se faire une bonne idée sur la stabilité des projectiles et cela sous la forme de 3 paragraphes:

- la formule de Greenhill
- le software McGyro
- variances du coefficient balistique.

## La formule de Greenhill

Le professeur (Sir) Alfred George Greenhill, M.A. (1847-1927) était professeur de mathématiques à l'Emanuel College, Cambridge de 1873 à 1876. Pendant 30 ans, de 1876 à 1906, professeur de mathématiques à l'école d'artillerie de l'Académie militaire de Woolrich. Il fut fait chevalier en 1908. Il fut l'auteur de "On rotation Required for the Stability of an Elongated Projectile" (Sur la rotation requise pour la stabilité d'un projectile allongé).

La formule est : "le pas requis en calibre est égal à 150 divisé par la longueur de la balle en calibre".

Greenhill était attentif au fait que l'usage de la formule était limité aux projectiles utilisés à l'époque, nez court et balles chemisées à noyau de plomb ayant une densité de 10,9 (le plomb seul : 11,35).

Il était admis qu'avec le pas obtenu par la formule, il y a une bonne marge de stabilité et que l'on pourrait à la limite utiliser 200 au lieu de 150 mais alors en étant à la limite de la stabilité. Un exemple numérique: la balle de 190 grains Sierra, que nous choisissons parce que nos deux autres articles ont pris ce projectile comme exemple.

La balle de 190 grains Sierra : diamètre .308, longueur 1,348

pouce donc  $l/d = 1,348 / .308 = 4,376$

le pas requis =  $150 / 4,376 = 34,277$  calibres soit  $34 \times .308 = 10,55$  pouces.

(Le pas de 10 pouces pour une 190 grains n'étonnera personne... cela est depuis longtemps plus qu'une rumeur sur nos pas de tir... et les connaisseurs savent que le pas des fusils Schmitt-Rubin suisses est de 10,7 pouces.)

La valeur de 150 étant la valeur qui donne des pas avec une certaine sécurité, que donne l'usage de la valeur 200 ?

Balle de 190 grains Sierra : diamètre .308, longueur 1,348 pouce donc  $l/d = 1,348 / .308 = 4,376$

le pas requis =  $200 / 4,376 = 45,7$  calibres soit  $45,7 \times .308 = 14$  pouces.

Peut-on stabiliser une 190 grains avec 14 ou 12 pouces ?

10 pouces, certainement suivant Greenhill!

## le software McGyro

Après encodage des caractéristiques du projectile, le software McGyro calcule un coefficient de stabilité :

- moins que 1 la balle est instable
- entre 1 et 1,2 la stabilité est marginale
- entre 1,2 et 2,5 la stabilité est maximale
- entre 2,5 et 5 la précision diminue probablement...

### 190 grs Sierra MK Ø.308

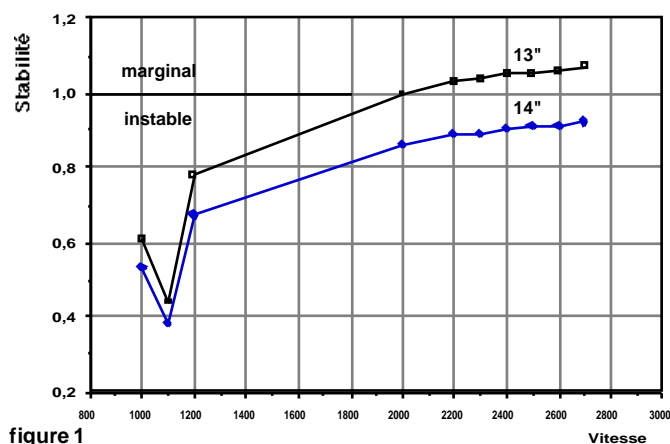


figure 1

L'exemple ci-dessus de la 190 grains nous montre :

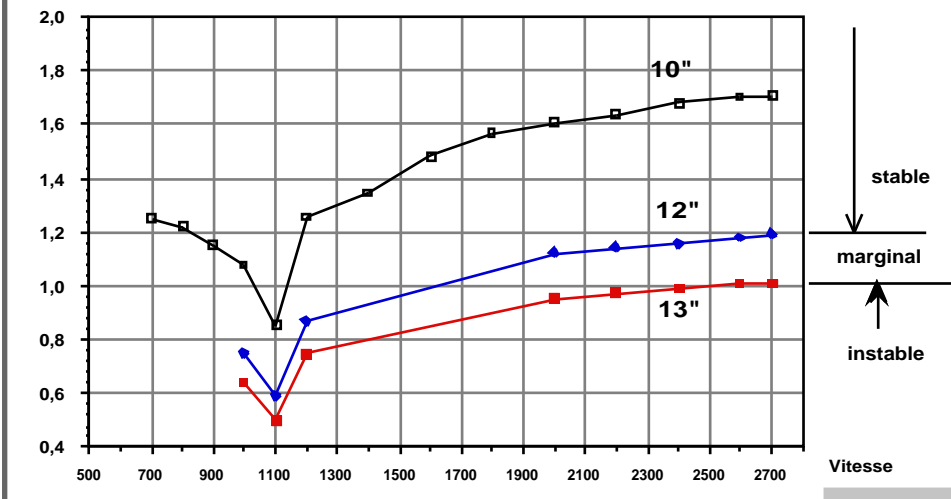
- qu'une zone de stabilité n'est jamais atteinte avec un pas de 14",
- que la zone marginale est atteinte et ensuite dépassée pour un pas de 13 pouces si la vitesse initiale est supérieure à 2000 pieds/sec soit  $\pm 608$  m/sec.

Notez le creux de stabilité à 1100 fts/sec (340 m/sec) qui correspond à la vitesse du son et qui est une partie du problème de la stabilité des .22LR à 50 m. et la raison de l'usage de munitions subsoniques en match.

Les balles de .22 supersoniques à la bouche ne résistent pas du tout au repassage du mur du son.

figure 2

## 210 grains V.L.D.



Notez la faible pente de toutes les courbes... on ne peut donc pas augmenter fortement la stabilité en augmentant une charge de poudre...

La courbe pour le pas de 11" n'a pas été communiquée; on peut supposer que l'on entrerait dans la zone de stabilité vers 1600 fts/sec.

L'article de Charles Young compare ensuite les calculs faits avec ce software et les tirs longues distances pour conclure à la totale validité des résultats de "McGyro".

Un second exemple nous est fourni par l'article de la N.R.A. avec les balles à faible traînée (Very Low Drag) de 210 grs. Laballe VLD de 210 grs en .308 est très longue : 1,47 pouce soit 37,33 mm... L'intérêt de la courbe est d'y trouver 3 pas différents : 10, 12 et 13 pouces. L'allure des courbes est semblable bien entendu :

- la même chute de stabilité à la vitesse du son.

- **10 pouces** : stabilité idéale atteinte déjà au dessus de 1125 fts/sec mais aussi en dessous de 800 fts/sec ... !!! (Ce qui explique la stabilité étonnante d'une balle de plomb tirée à vitesse réduite au fusil.)
- **12 pouces** : stabilité marginale au dessus de 1600 fts/sec; à 2700 fts/sec on approche de la stabilité idéale.
- **13 pouces** : stabilité marginale atteinte au dessus de 2600 fts/sec!!!

## McGyro

$$T = (3AVC^2) + (BDWF)$$

T	le pas de rayures recherché
A	moment axial d'inertie
B	moment transverse d'inertie
C	coefficient ballistique
W	poids de la balle
F	force de retardation de la balle
V	Vitesse de la balle
D	Densité de la balle
R	rayon de la balle
H	Longueur de la balle

## Le manuel Sierra de 1998

La démarche de Sierra était de justifier les coefficients ballistiques de ses balles en fonction des nouvelles études réalisées après 1971. Ceci a mis en évidence le fait que les valeurs annoncées de coefficient ballistique dans les éditions précédentes étaient parfois de façon très importante.

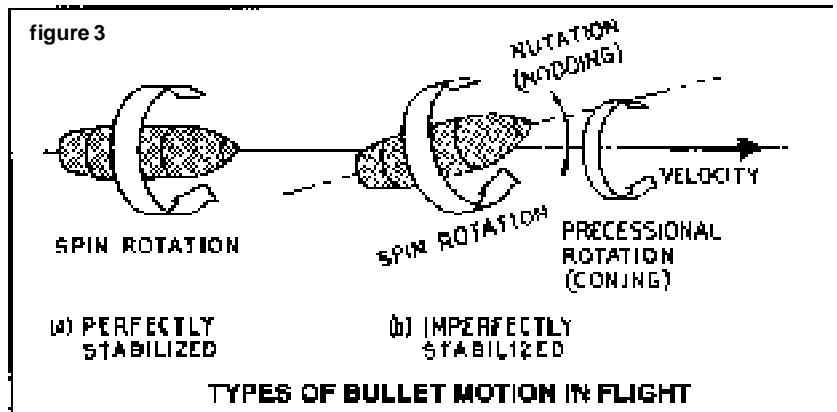
Les précisions parues dans ce nouveau manuel nous intéressent, parce que les diagrammes indiquent que si le pas des rayures n'est pas idéal, le projectile se déplacera horizontalement en effectuant des mouvements circulaires de sa pointe (nutation) qui fait qu'il est ralenti un peu plus que ce qu'il serait s'il était resté bien en ligne sur son axe.

Comme on mesure le coefficient ballistique en mesurant le temps nécessaire entre deux détecteurs, si la balle oscille sur son axe, l'air la freine plus et le temps de parcours est différent et le coefficient ballistique aussi... il est moins bon, diminue.

C'est cette instabilité non répétitive qui pousse une ou quelques balles en dehors des groupements.

Sierra a fait des essais :

- en calibre .308 Winch. sur 15 coups;
  - avec 6 pas de rayures différents: de 8, 9, 10, 11, 12 et 13 pouces
  - avec des vitesses initiales semblables, environ 2360 fts/sec.
- On constate que le coefficient ballistique est très bas (donc



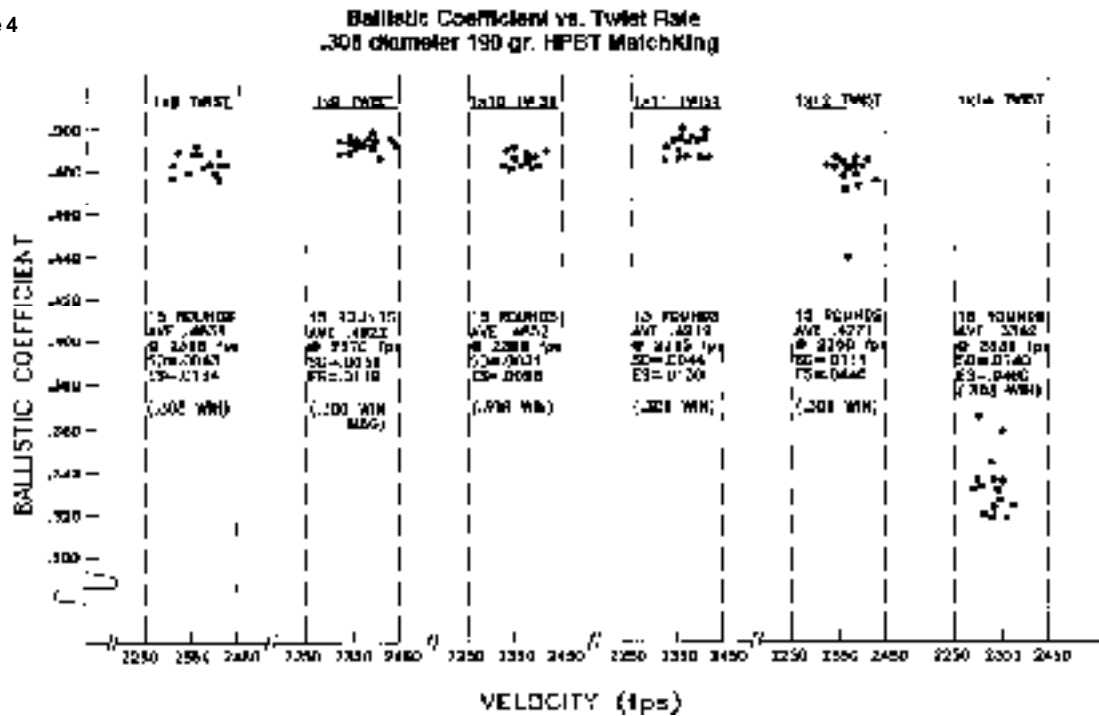
mauvais) avec un pas de 14".

Il augmente ensuite pour le pas de 11" puis diminue...

Pas	Coeff Ball.	S.Deviation	ESpread
14"	.3342	0,0140	0.048
12"	.4771	0,011	0.0446
11"	.4919	0,0044	0.0130
10"	.4852	0,0031	0.0096
9"	.4922	0,0031	0.0119
8"	.4838	0,0043	0.0134

Il est intéressant de tracer ensuite un graphique à 2 échelles, à gauche, le coefficient ballistique; à droite la valeur à comparer.

figure 4

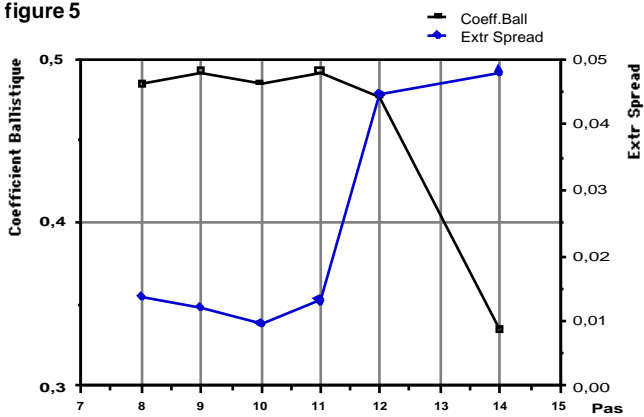


Extrême spread = écart extrême soit la différence (maxi - mini)

Déviatoin standard = l'écart moyen par rapport à la valeur moyenne (donc moyenne des écarts/moyenne générale)

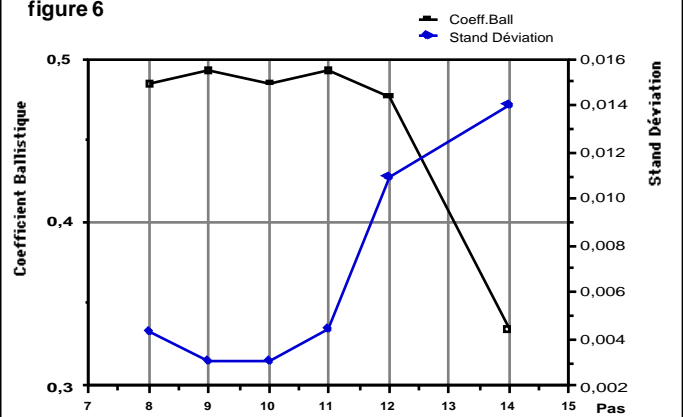
190 grs Sierra: Coefficient Balistique/Extrême spread

figure 5



190 grs Sierra: Coefficient Balistique/Déviatoin standard

figure 6



D'abord les tableaux:

La comparaison figure 5 montre :

- que le Coefficient Balistique n'est pas "normal" ou stabilisé pour un pas de 14" ni pour un pas de 12"
- il l'est pour un pas de 11"

La comparaison figure 6 montre :

- que c'est seulement avec un pas de 11 pouces que l'on entre dans la zone où la déviatoin standard est minimum avec un CB maximum.

## Conclusions

Or 11 pouces: c'était ± le pas des fusils suisses ...

Comme prévu, les 3 sources d'informations coïncident.

Une autre source d'information... ici à droite: les tireurs de bench-rest ont étudié ces problèmes et Berger donne les conclusions ci-contre pour tous les calibres fusils mais pour les balles VLD qu'il fabrique, seulement.

Bien sûr, les raisonnements s'appliquent à toute arme, du 4,5mm à air, au .22LR, au pistolet petit et gros calibre.

## Les pas recommandés

Calibre	poids de balle grains	pas
17 VLD	37	6"
22 VLD	70-75	9"
	80	8"
6mm VLD	95	9"
	105-115	8"
6mm LTB	105	8"
7mm VLD	180	9"
30 cal VLD	155	14"
	175	13"
	185-190-210	11"
30 cal LTB	155	13"
30 cal LTB ou VLD	168	13"

G. Etienne