Dévers : effets en cibles et explications.

Ces quelques pages ont pour but de clarifier des points obscurs ou mal compris sur le dévers, ses effets et l'utilisation simultanée d'un simulateur de tir Scatt. En préambule, pour fixer le cadre et la compréhension, il est nécessaire de donner quelques définitions et quelques valeurs chiffrées pour un tir à la carabine à 50m, avec une cartouche 22LR standard.

Définitions et quelques valeurs chiffrées.

Flèche d'un arc :

On appelle flèche d'un arc le segment de droite qui joint le milieu de cette arc au milieu de la corde qui le sous-tend. La droite qui porte la flèche est médiatrice de la corde et passe par le centre du cercle .
MH représente la flèche de l'arc CD .

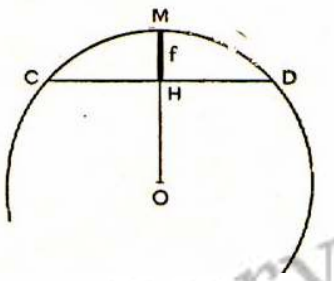
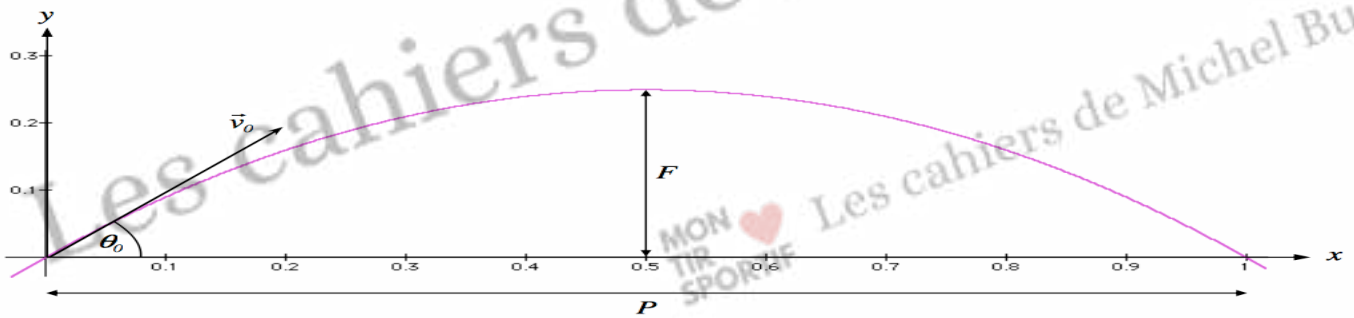


Fig. 1 Flèche en maths (f).

Flèche en balistique : c'est la distance max entre le haut de sa trajectoire et une ligne reliant la bouche du canon et le point d'impact. Nous allons supposer que cette ligne est approximativement horizontale, ce qui est toujours le cas dans les tirs ISSF.



Définition : en balistique la flèche désigne la hauteur du point le plus élevé de la trajectoire d'un projectile, au-dessus du plan horizontal passant par l'origine du tir (tir horizontal).

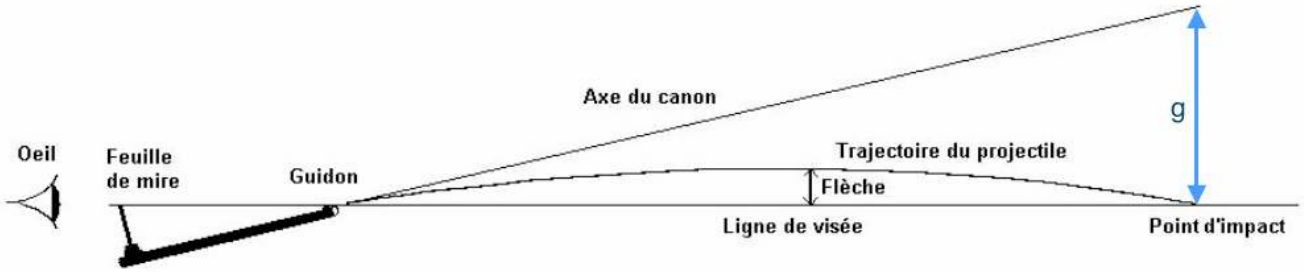


Fig. 2 Flèche d'un projectile

Les cahiers de Michel Bury

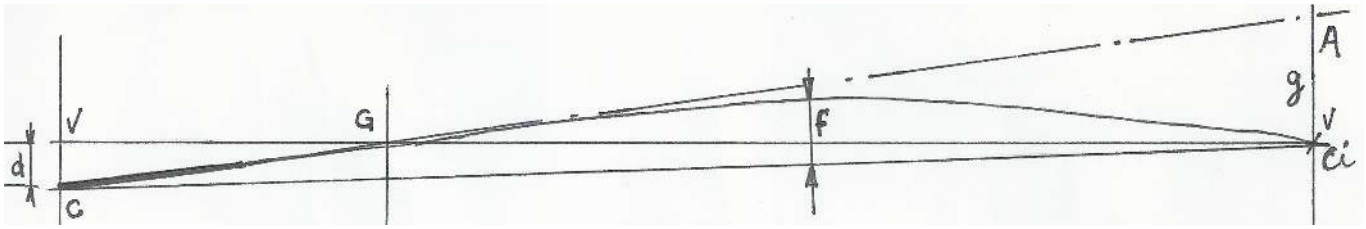


Fig. 3 Flèche (f) dans notre cas de figure

La valeur de la flèche (f) d'une 22lR, tirée dans un canon d'une longueur de 70cm, est de l'ordre de 29mm, valeur obtenue par l'utilisation du simulateur Norma, pour une balle ayant une vitesse initiale à la bouche de 325m/s (tableau ci-dessous).

d= distance axe canon à axe visée mm	Distance du canon à "zéro" : trajectoire coupe la visée m	Réglage "Zéro" à 50m (mètre)	h= hauteur max au-dessus ligne visée mm	D= distance du canon au point haut de trajectoire m	Flèche approximative, calculée par formule en mm	
30	12	50m	18	31	29,4	
35	14	50m	16	31,5	28,95	
40	16	50m	15	32	29,4	
45	18	50m	13	32,5	28,75	
50	20	50m	11	32,5	28,5	
55	22	50m	10	33	28,7	
60	24	50m	9	33,5	28,8	
70	28	50m	6	34	28,4	
0	0	50m	31	25,5	31	et aussi 31 mm mesurés directement sur la courbe simulateur

Données obtenus par simulateur Norma, sauf la flèche qui est calculée par approximation, en supposant que la flèche max se situe à 25m du canon:
Formule: F=d/50 (50-D)+h On prend une partie proportionnelle de d en fonction de la position de la flèche par rapport au réglage "Zéro" à 50m
D est évalué à qqs mètres près car la valeur de la flèche ne se modifie pa ssur qqs mètres quand la balle "culmine" (trajectoire horizontale).
d est entré sur le simulateur comme donnée
h: valeur donnée par le simulateur, point haut de la trajectoire de la balle, lors de son vol horizontal (zone culminante)

A partir de ces mesures, on peut affirmer que la flèche est constante pour cette munition qui sort à 325m/s et se situe aux environ de 30mm à 50m
Un autre donnée est celle du "gravity drop", la chute de la balle, tirée horizontalement, qui est d'environ 113 à 120mm à une distance de 50m

Dans une moindre mesure, elle variera aussi avec le poids du projectile, sa vitesse de sortie, son profil et quelques autres paramètres.

La chute du projectile (« gravity drop » en anglais), lancé à l'horizontale, à une distance donnée, sous l'effet de la gravité, est appelé « g » dans ce topo. Sa valeur est de l'ordre de 120 mm à 50m, et de 507mm à 100m (valeurs obtenues avec le simulateur Norma). « A » est le point, à 50m, que « vise »

Les cahiers de Michel Bury
MON TIR SPORTIF

l'axe du canon, comme si vous regardiez au travers du canon. Le point Ci est lié à A et sera toujours situé verticalement sous A à une distance « g », et ce, en raison de l'attraction terrestre (gravité).

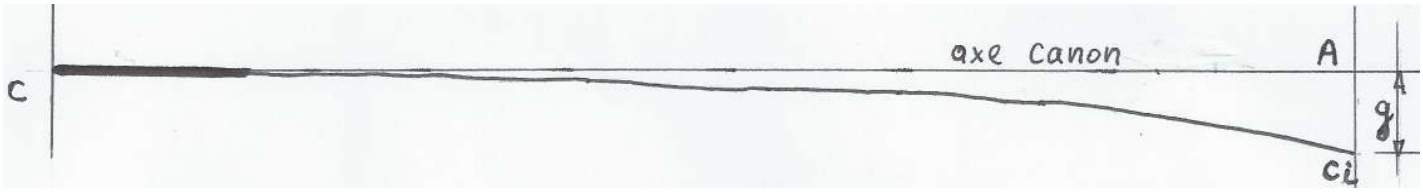


Fig 4. Chute du projectile lancé horizontalement (valeur g, aussi visible sur les Fig. 2 et 3).

Problématiques :
Comment évolue l'impact en cible suite à un dévers ?
Si un simulateur Scatt est utilisé, que va-t-il se passer et que pourra-t-on voir ?
Influence de réhausses très hautes sur le dévers ?
Changement de munitions ?
Facteurs influençant l'importance des conséquences d'un dévers ?
Quels sont les ordres de grandeur afin de fixer les idées ?

Les calculs mathématiques sont relativement simples et nous y reviendrons ultérieurement. Pour les trajectoires des balles, je me suis référé au simulateur Norma (voir le lien en fin de cet article) mais il en existe d'autres sur Internet.

Je préfère vulgariser au maximum, tout en restant très proche de la réalité physique. Pour cela, voilà un schéma des 3 éléments concernés, vus de profil et en coupe.

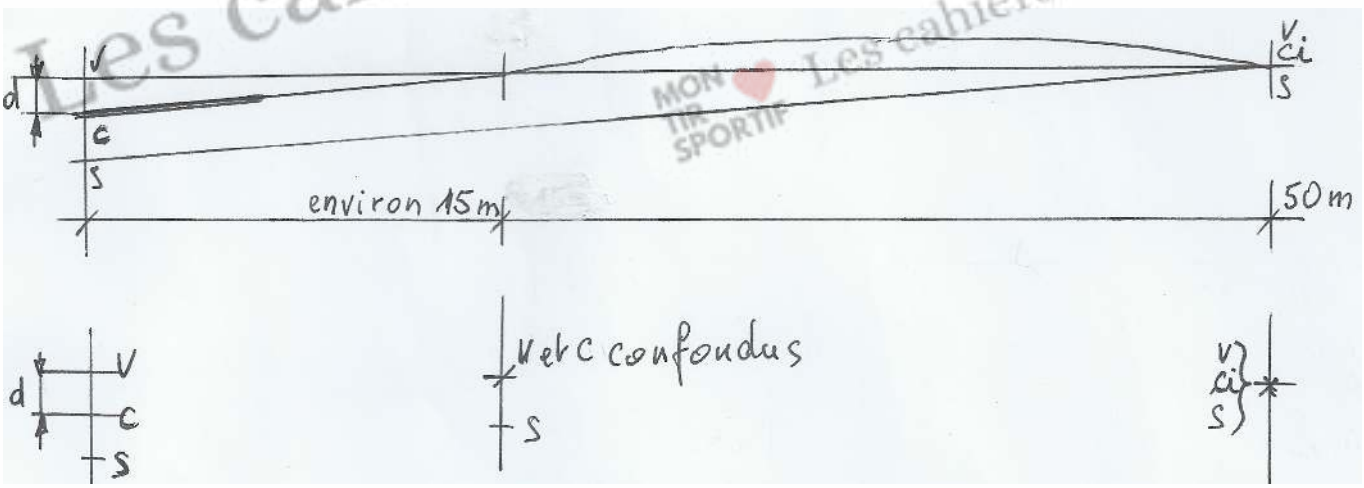


Fig. 5 : Vue, de profil, des 3 éléments concernés ainsi que 3 coupes correspondant aux 3 distances.

Les cahiers de Michel Bury

A quoi correspondent les lettres V, C et S ?

- la ligne de mire (repérée « V »), une ligne qui comporte, alignés : l'œil, l'iris du dioptre, le guidon et le visuel -centré- de la cible. Nous allons supposer V exactement horizontale pour simplifier la compréhension de l'exposé ;
- la ligne courbe (repérée « C » côté canon»), qui comporte une partie rectiligne d'environ 70 cm (le canon de l'arme) puis la trajectoire du projectile soumis à la gravité. Elle se termine sur la cible où elle est repérée Ci, au point d'impact. Pour simplifier, nous assimilerons cette courbe à une parabole*, ou mieux, à une courbe ayant une flèche et une chute (de projectile) constants, considérant que l'angle du canon par rapport à l'horizontale est très faible.
- la ligne de visée du simulateur Scatt, (repérée « S »), qui part du Scatt jusqu'au centre du visuel.
- autre donnée importante : « d » qui correspond à la distance entre les axes du canon et du centre de l'iris du dioptre (approximativement = distance centre canon-centre guidon).
- * la courbe serait rigoureusement une parabole (pour les puristes de mathématiques et de physique) si nous négligions la résistance de l'air sur le projectile.

Une remarque très importante : sur les 3 coupes (bouche du canon, environ 15m et 50m), on constate qu'aux environs de 15m, la trajectoire du projectile, encore en phase montante, « coupe » celle de V en G, pour redescendre, exactement au même niveau à 50m, puisque le point visé doit correspondre au point touché. Que cela nous permet-il ? Des tirs « 50m », presque sans changement de réglage du dioptre -pour des valeurs « d » un peu standard, de l'ordre de 35mm-, à distance réduite donc facilement aussi en indoor. Il suffit d'adapter proportionnellement le visuel d'une cible et sa hauteur -par position-, pour obtenir des tirs réels, dans une pièce ou un couloir de 18m de long, bien plus facile à trouver et à chauffer. Les collèges américains utilisent cette possibilité pour s'entraîner et tirer des compétitions.

V, C et S sont liés, mais uniquement jusqu'à la sortie de la balle du canon.

V et S sont liées « mécaniquement » au niveau de l'arme et sont de nature lumineuse, leurs trajectoires respectives ne subissent donc aucune influence par dépointement de V ou par sa rotation sur son axe (dévers) par rapport à la cible : V et S restent strictement confondus en cible, et, ce, quel que soit la position de fixation du Scatt (dessous, latéralement...). Le Scatt ne donne donc aucune indication sur le dévers.

A partir de ce constat, nous n'allons plus nous occuper de S, mais observer, en cible, la trace de C -Ci, l'évolution des impacts- par rapport à celle de V, le point visé.

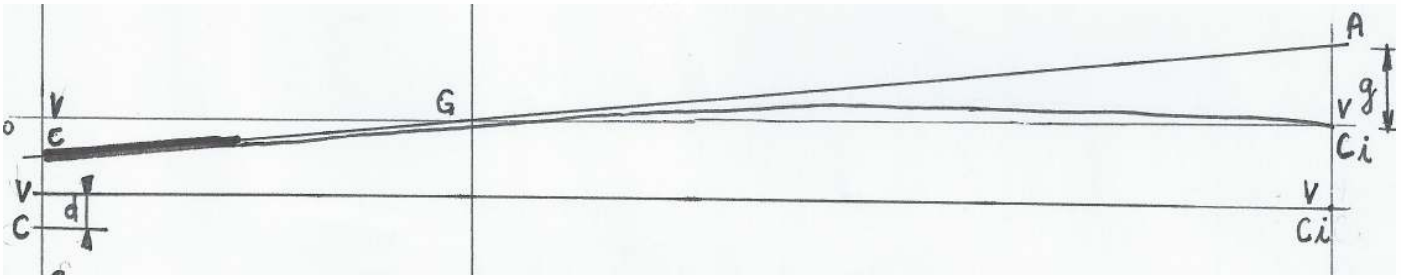


Fig. 6 : Vue, de profil des 2 seuls éléments concernés ainsi que 2 coupes correspondant à l'arme et à 50m, avec un dévers de 0° dans ce cas.

-V et C sont distants de « d », au niveau du dioptre et confondus en cible à 50m (Ci).
-V et CA ne sont pas parallèles (Fig. 6),

-l'axe du canon (CA) pointe vers A et coupe la ligne V en un point G. L'angle formé par les 2 axes est constant pour un réglage d'arme donné.
-rappel : « g » a une valeur constante, pour une vitesse de sortie donnée, malgré le léger angle que fait le canon avec l'horizontale (le sinus d'un angle tendant vers 0, tend vers 1)-Fig.4-.

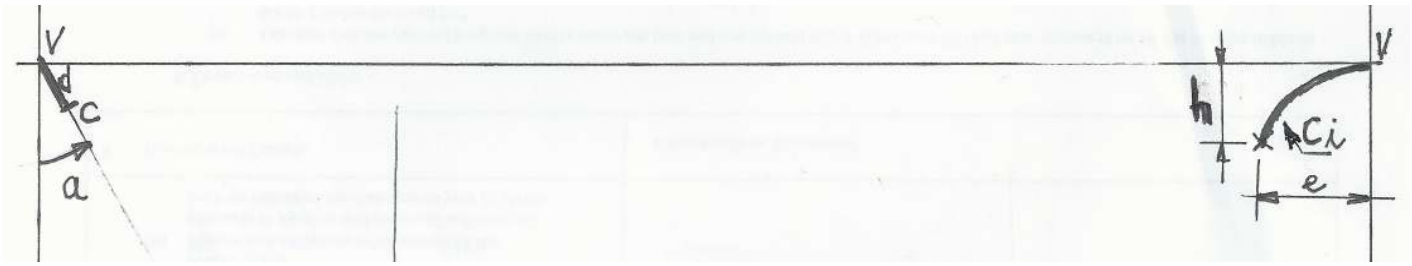


Fig. 7 : Vues en coupe au niveau de l'arme à gauche correspondant à un dévers d'une valeur angulaire « a » et au niveau de la cible à droite, correspondant au trajet « Ci » de l'arrivée en cible d'une balle avec un dévers « a » variant de 0 à 90 °, donc de V jusqu'à l'extrême aux coordonnées (« e » et « h »).

-a=angle que fait l'axe guidon-canon avec la verticale, c'est-à-dire, un dévers « a » dont nous examinerons les effets en cible jusqu'à une valeur de 90 °.
-sur la coupe de droite, l'impact se déplace de V suivant Ci, avec l'angle « a » qui augmente. Intuitivement, en étant un peu logique, il est aisé de visualiser comment va évoluer cet impact en fonction du dévers: « a » augmentant (selon le sens du dessin), l'impact va vers la gauche et descend, car le canon pointe de moins en moins vers le haut (angle initial vers le haut : celui entre V et C). Ci va donc se déporter en bas de « h » et à gauche de « e » par rapport à V.

Les valeurs intermédiaires de « h» et « e » sont fonction de l'angle « a » et de « g » et peut-être d'autres choses encore, mais examinons cela de près. En fait, V étant fixe, toujours pointé sur le centre de la cible, quand le dévers est modifié, c'est donc le canon qui bouge. Or le canon et la ligne de visée sont solidaires mécaniquement. Le canon (ligne CA), avec l'angle « a » qui évolue de 0 à 360° (1 tour complet), tourne autour de l'axe V (autour du point G pour être plus précis) : C décrit un cercle et A en décrit un autre sur le plan de la cible ! Quel est le rayon de ce cercle ? La distance A-VCi, soit « g », bien visible sur la Fig. 6. Le centre en est V, le point fixe « visé ».

Examinons ce que produisent des dévers de 180 ° (arme retournée !), puis de + ou – 90°.

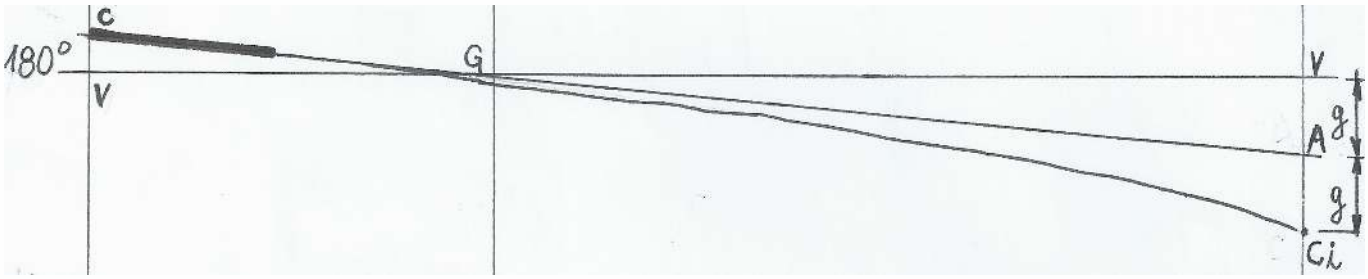


Fig. 8 Dévers de 180°

Ce schéma est symétrique à la figure 6 qui représente un dévers de 0 °.
Ci sera sous A à la distance g, A étant lui-même sous V à la distance g

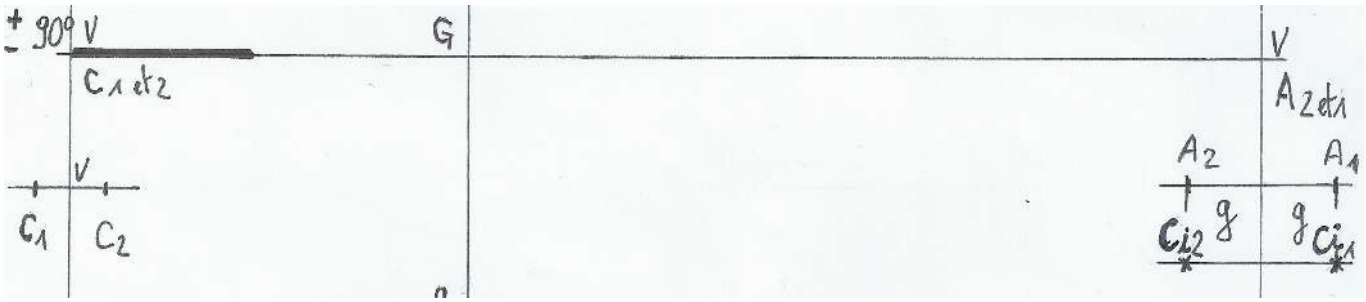


Fig. 9 Devers de + ou – 90 °

V et CA sont dans le même plan horizontal
C1 et A1 seront de part et d'autre de G, Ci1 sera sous A1 à la distance g ;
C2 et A2 seront de part et d'autre de G, Ci2 sera sous A2 à la distance g.

Les cahiers de Michel Bury
MON TIR SPORTIF

Il est facile de déterminer l'équation mathématique du trajet de A et par déduction de Ci, sachant que ce qui nous intéresse est surtout la partie de Ci pour de faibles valeurs de « a ».
Nous avons constaté que A décrivait un cercle de rayon g, centré sur V (en cible) ce qui nous donne le schéma ci-dessous :

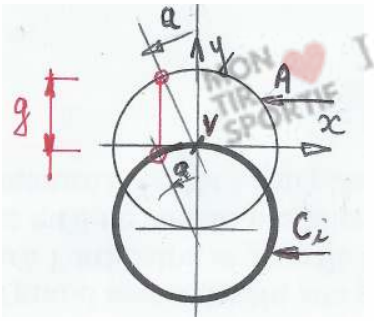


Fig. 10 Evolution en cible des impacts (Ci) pour un dévers variant de 0 à 360 °.

Si on admet des axes orthonormés x et y, centrés sur V, les coordonnées d'un point A seront simples :
-g sin a (C et A sont opposés par rapport au point V) et g cos a.
Par déduction simple, puisque Ci est toujours situé sous A de g :
e = -g sin a
h = g cos a –g= g (cos a -1)

Bien entendu, le propos n'est pas l'étude mathématique, qui étaie simplement ce raisonnement, mais l'effet global en cible d'un dévers accidentel ou la pertinence de l'utilisation volontaire du dévers pour compenser un léger vent latéral.

Sens de l'effet du dévers : comme le montre le schéma ci-dessous.

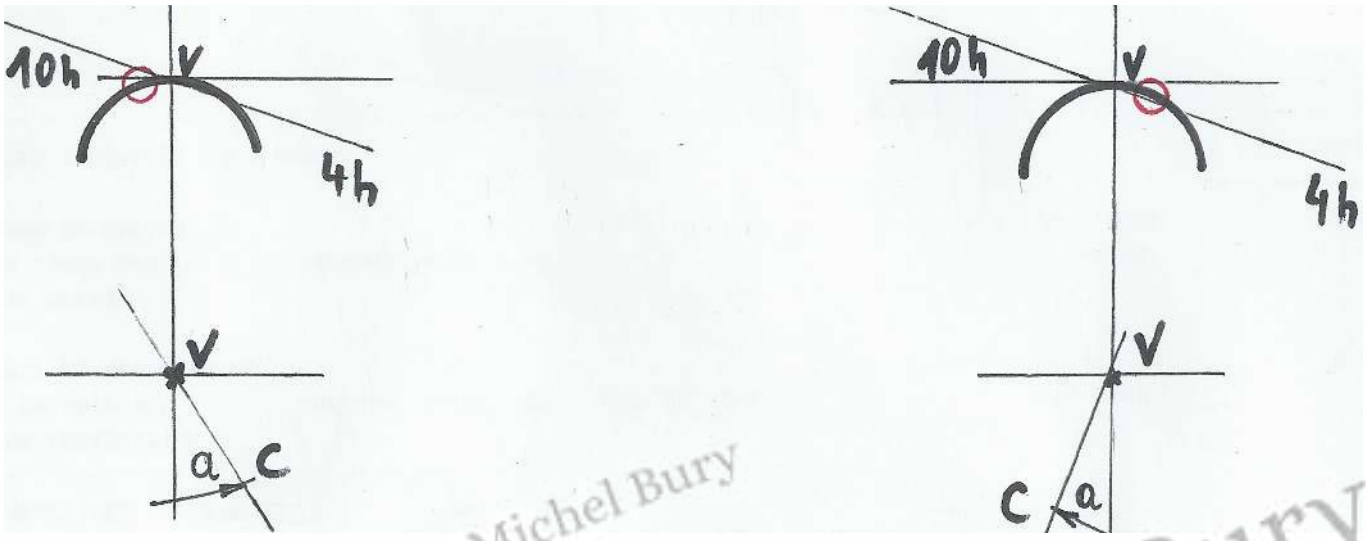


Fig.11 : Dévers a, vers la droite et vers la gauche, et sens des écarts correspondants (O cercle rouge), avec représentation de l'axe « 10h-4h » des déports d'une balle soumise à un vent latéral.

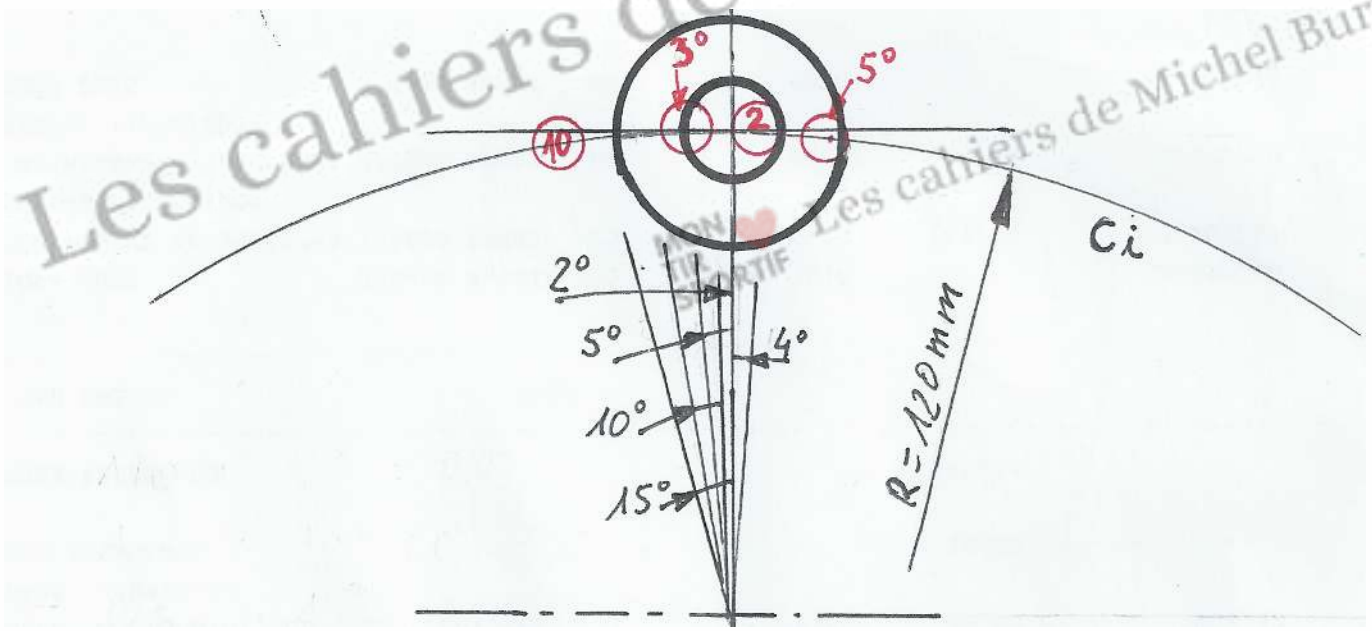
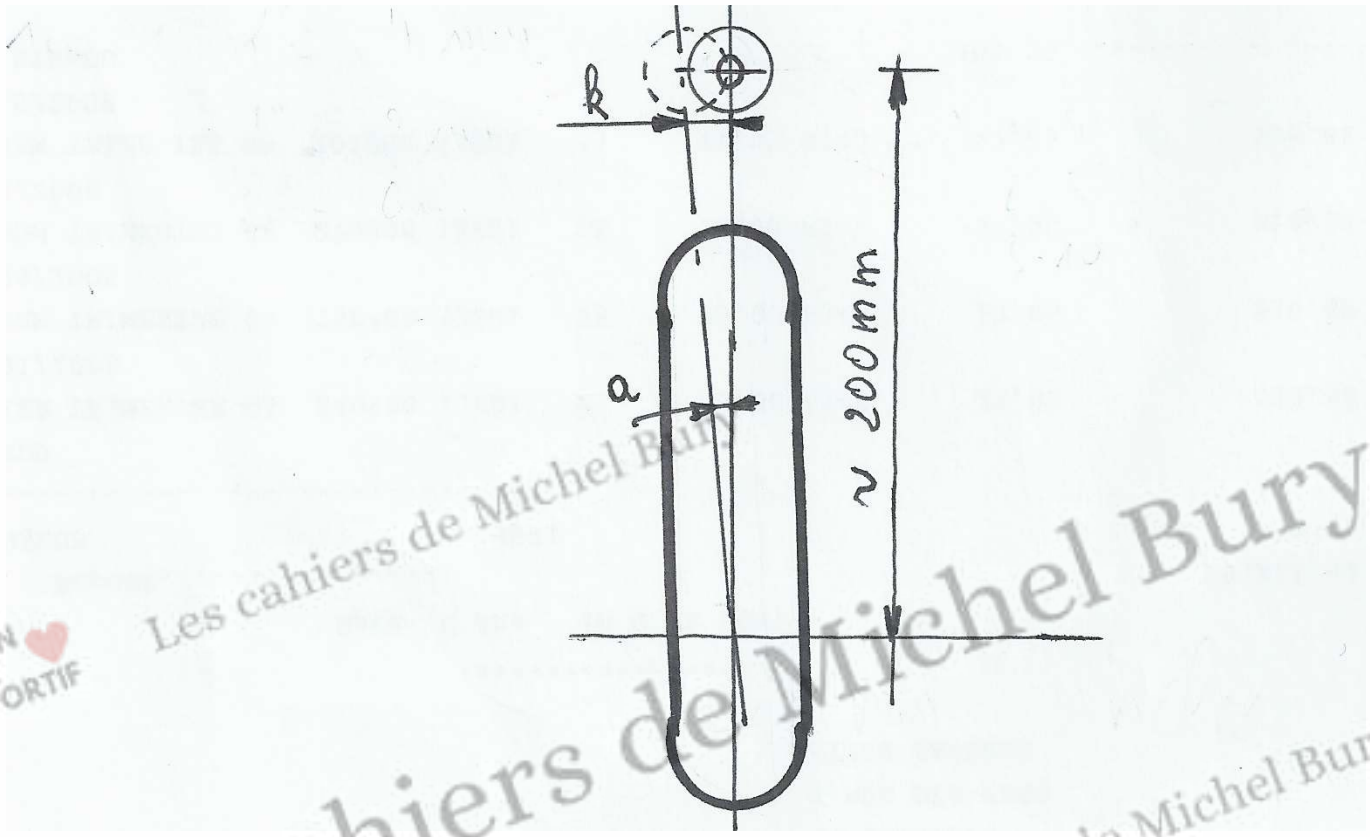


Fig. 12 Schéma quasiment à l'échelle 1 (zones 10 et 9), avec quelques valeurs angulaires et impacts en cible, avec les correspondances en degré. Les écarts sont relatifs à des angles de dévers, mais ne respectent pas toujours le sens du devers, afin de permettre une meilleure lecture.

Les cahiers de Michel Bury
MON TIR SPORTIF

Un dévers de + ou - 2 °, voire 1 °, est facilement détectable pour un tireur de haut niveau par rapport à ses sensations. Pourquoi ? La distance entre l'iris du dioptre et le point d'appui à l'épaule est de plus de 200mm et une erreur de dévers provoquera un déplacement important soit à l'épaule soit au niveau du busc (donc au niveaux de la joue et de l'œil).



Les cahiers de Michel Bury
MON TIR SPORTIF

Fig. 13 Plaque de couche et iris du dioptre, vue de derrière : pour un dévers « a » de 2°, l'iris (ou le bas de la plaque de couche) se déplacera de « k », soit de 7mm !

Deux bonnes raisons pour... éviter d'utiliser le dévers pour compenser un vent :
1 : effet latéral : la difficulté physique pour « installer » de temps en temps un dévers, car la position serait un peu modifiée -ainsi que la réaction d'arme- et les sensations rétabliraient rapidement la position juste, relâchée et efficiente.
2 : utilisation du dévers pour compenser le vent : même si le tireur parvient à mettre en place un léger dévers, l'écart en cible se fera selon quasiment un axe 3-9h et puis suivra la courbe en U inversé avec l'amplification du dévers.
Le produit d'un dévers à gauche ne correspond absolument pas à la compensation de l'effet d'un vent de gauche, car la balle arrivera trop bas en cible (Fig.11 partie à gauche)
Pour un très léger vent de droite, un dévers à droite serait éventuellement concevable, mais avec la limite du « rappel des forces » d'une position saine et travaillée, comme expliqué au point 1 ci-dessus.

A la carabine, une erreur de dévers de quelques petits degrés (1 ou 2°), à gauche comme à droite, n'a qu'une faible influence sur l'écart latéral, bien inférieure à la précision de le balle et à l'estimation de la force du vent.
Cela n'empêche pas le tireur, au moins pour vérifier ces faits, de mettre un niveau et de faire ses essais de dévers, de développement de sa proprioception, puis de décider de l'utilisation éventuelle d'un niveau à bulle mais ...qui absorbe toujours en compétition une part de son attention, fort utile ailleurs.

Par contre, pour l'arbalète, la situation est très différente, mais pour une autre raison. La chute du projectile (plus lourd et lent), comme la flèche, est très importante, même si les traits et arcs en carbone produisent des vitesses bien plus grandes (58m/s pour le 30m et 48m/s pour le 10m avec du matériel Winzeler) que l'ancien matériel, trait en bois et arc acier. La vigilance sur le contrôle du dévers revêt pour cette raison un caractère impératif. L'utilisation d'un niveau à bulle plus sensible qu'à la carabine est préconisée.
De surcroît, le guidage du trait se fait sur une glissière en V, et dès qu'un dévers trop important intervient, les forces appliquées sur ce V sont déséquilibrées, ce qui induit un frottement dissymétrique sur le trait qui va se déporter un peu latéralement, mais cela n'a pas grande importance si « a » est faible.



Fig. 14 Rail de guidage en V pour le trait carbone Ø 11, à gauche sans dévers, à droite avec fort dévers et répartition dissymétrique des forces.

Les cahiers de Michel Bury

Quelques conséquences importantes :
-la hauteur de réhausse n'a pas d'impact sur l'effet du dévers ;
-Le Scatt ne permet pas de contrôler le dévers ;
-+ la cible est éloignée de la bouche du canon et plus « g » est important, et plus le dévers déporte l'impact. « g » n'est pas proportionnel à la distance, mais augmente bien plus avec la distance ! Par exemple, à 50m, « g » est de l'ordre de 120mm, à 100m de 510mm, soit donc un écart relatif 4,25 fois plus grand pour une distance qui n'a que doublé ;
-« g » est plus important, à distance donnée, pour un projectile lent, d'où un écart plus conséquent pour un même dévers ;
-une balle à tir tendu (300m par exemple) sera moins sensible au dévers de l'arme.

Lien pour obtenir les trajectoires de balles en fonction de nombreux paramètres :
http://www.norma.cc/us/Ammunition-Academy/Ballistics/iframe/

Les cahiers de Michel Bury
MON TIR SPORTIF
Les cahiers de Michel Bury
Les cahiers de Michel Bury
MON TIR SPORTIF
Les cahiers de Michel Bury