

MUNITIONS CHARGÉES DE CHEVROTINES SANS PLOMB

ESSAIS ET ETUDE BALISTIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

Michel BOYER

Commandant de Police (Hre)

Expert en balistique, armes et munitions

près la Cour d'Appel de BOURGES (CHER)

Membre de la Compagnie Nationale des Experts Judiciaires

Membre de la Compagnie Nationale des Experts en
balistique, armes et munitions,

Ancien armurier et expert en balistique armes et munitions

au Laboratoire de Police Scientifique de Paris

Ancien membre de la commission nationale du permis de chasser

et de la commission d'accidentologie à la Chasse (Office Français de la Biodiversité)

- I - OBJECTIFS
- II - METHODOLOGIE
- III - PLANS D'EXPERIENCE
- IV - COMPOSITION DES CARTOUCHES D'ESSAIS
- V - ESSAIS
- VI - DISCUSSION - COMPARAISONS
- VII - CONCLUSIONS

Préambule

La loi votée au parlement européen en 2020, consécutive au projet REACH, pose que l'utilisation du plomb dans les munitions de chasse quelles qu'elles soient, sera à terme interdite ; elle entre en vigueur à partir de février 2023, d'abord en périphérie des zones humides, puis à l'avenir, cette mesure s'étendra à l'ensemble du territoire.

I. - OBJECTIFS :

Afin que les chasseurs puissent continuer à réaliser une régulation raisonnée des sangliers qui occasionnent des dégâts, il est nécessaire de rechercher des substituts les plus performants pour tenter de remplacer le plomb.

La Fédération des Chasseurs des Landes a obtenu du Ministère de l'Ecologie en 2014, la possibilité de tirer, dans des circonstances particulières et un périmètre administratif d'utilisation strict, des cartouches chargées de 21 grains de chevrotines, jusqu'à présent composées de grains de plomb, ce, consécutivement à des expérimentations innovantes et inédites, que nous avons menées, objet du rapport consultable sur le site internet « Essais de tirs de cartouches à chevrotine en situation contrôlée ».

Confrontée et réactive face à cette interdiction qui peut sonner le glas de la régulation de cette population hégémonique, cette même Fédération a manifesté sa volonté d'effectuer des recherches pour trouver un succédané au plomb, tout en conservant les avantages des grains en plomb, dans des conditions d'utilisation et recherches de but identiques à ceux posés lors des premiers essais de 2014, au Banc d'épreuve de SAINT ETIENNE .

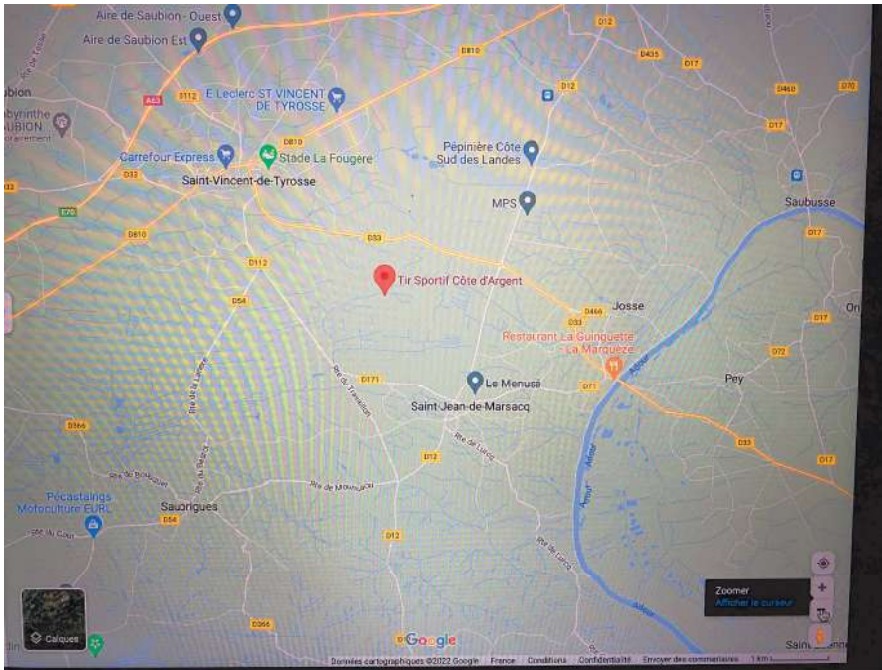
Ainsi, à leur demande, en collaboration avec un des rares fabricant mondial de projectiles d'armes à feu, nous avons conçu, proposé puis mis au point une munition innovante, en alliage métallique de tungstène (sphéro-tungstène), chargée de 21 grains de chevrotines, dénuée de plomb.

Afin que ces essais soient cohérents avec ceux réalisés en 2014, que des comparaisons puissent être effectuées entre les deux, un protocole répondant toujours aux principes de répétabilité et reproductibilité a été établi, sans pour cela être redondant avec le précédent.

Recueillant l'aval de la Fédération des Chasseurs des Landes, une campagne d'essais s'est déroulée au stand de tir de la Côte d'Argent, 1570 route de la Lande à SAINT JEAN DE MARSAN (40230), du 20 au 24 juin 2022.

Sur place, aux dates susdites, le président du club, Monsieur Thierry MINARD, nous a accueilli sur son site, mettant un pas de tir à notre disposition.

Sont présentés ci-dessous le plan et une photographie aérienne du stand de tir



Photographie aérienne du stand de tir



II - METHODOLOGIE

Préalablement, à l'installation des différents matériels, à l'aide d'un niveau de géodésie, de type WILD N2, l'horizontalité du sol est vérifiée, laissant apparaître çà et là des irrégularités de plus ou moins 5cm sur une distance de 25 mètres. Néanmoins, les différents supports sont installés selon une horizontalité vérifiée.

Par ailleurs, le sol est exempt d'éléments de tirs divers, ce qui permet, le cas échéant de recueillir ceux inhérents à nos essais.

Telle qu'elle avait été déterminée la distance de tir optimum pour l'utilisation des chevrotines, la distance de tir entre les cibles et la bouche du canon est de 15 mètres.

L'affût de tir se situe à l'entrée du pas de tir, sous abris.

Matériel utilisé :

Les matériels utilisés aux fins des tests sont similaires à ceux utilisés en 2014, hormis l'affût, qui, s'il est différent de par sa fabrication et ses caractéristiques de masse, dimensionnelles et techniques de celui du banc d'épreuve de SAINT ETIENNE, n'en demeure pas moins tout aussi efficace et performant.

Ainsi, au cours des essais, seront vérifiés régulièrement les différents réglages, notamment l'axe de tir, assurant la fiabilité des installations, permettant toujours cette reproductibilité et répétabilité des tests, condition sine qua non de comparaison.

Par ailleurs, il n'a pas été nécessaire d'utiliser une caméra haute vitesse, le comportement spatial de la charge et des grains, hormis la bourre n'offrant pas de différence significative; de plus les vitesses et énergies ont été fournies par l'assembleur de cartouche, qui bénéficie de tous les appareils de mesure satisfaisant aux normes de qualité imposées par la CIP.

- Affût d'arme :

Cet affût permet de maintenir fermement l'arme utilisée, il a été spécialement conçu et fabriqué, en partie, par l'expert.

Il est constitué à partir d'une table élévatrice en acier, neuve, de marque CLIMAX, bénéficiant d'un plateau en tôle d'acier de 100 cm de long sur 51 cm de large, d'une capacité de charge de 750 kg; son poids originel est de 125 kg. Elle possède un système de blocage de roues et d'élévation hydraulique de son plateau d'une amplitude de 64 cm.

Les améliorations suivantes, strictement nécessaires, ont été réalisées :

- blocage de tout jeu latéral, par des systèmes de serrage à compression, dit à sauterelle,
- blocage des roues directionnelles (dites folles) par vis BTR (allen),
- Blocage en position élevée par cales métalliques, assurant la hauteur du plateau à 86cm du sol.
- fixation sur les côtés de la table en tôle d'acier, sur deux paliers, d'une barre cylindrique en acier rectifiée, horizontale, permettant le déplacement par translation latérale du support d'arme en lui-même,
- Installation sur cette barre d'un plateau rectifié « chariot », pouvant se déplacer latéralement, muni en outre d'un système de serrage arrière permettant son immobilisation, et d'une vis moletée arrière assurant son réglage en hauteur. Un dispositif de serrage, utilisé en armurerie pour démonter les canons de carabines de marque BROWNELLS (U.S.A.) est fixé sur ce plateau: il permet de maintenir par bridage le tonnerre du canon de tout type d'arme longue, laissant sa partie restante libre de vibrer, lors du tir; à son arrière, un système d'appui de tenon anti-recul, réglable, permet, le cas échéant, de bloquer dans le sens du tir, la mécanique de l'arme ; afin de déclencher le départ du coup, un système articulé réglable, relié par un cordon au tireur, permet d'appuyer directement sur la détente des armes essayées, en toute sécurité.

Le jeu mécanique du plateau (chariot) sur sa barre de translation, est de l'ordre de 0,1mm, ce qui est nécessaire à la bonne mobilité du dispositif; néanmoins, une fois bloqué, ce jeu est annihilé.

Il assure la réalisation de la totalité des tirs, en conservant toujours ses réglages initiaux (angle de tir, pointage).

Ce chariot est muni d'un dispositif de pointage constitué par un système de visée laser, réglé lors de chaque changement de canon et vérifié en fin et après chaque série de tirs.

Une bande millimétrée d'une longueur d'un mètre, fixée sur l'entablement, perpendiculairement à la trajectoire de tir, permet de repérer et quantifier le déplacement latéral du chariot.

La masse de l'ensemble du support et de l'affût est de l'ordre de 150 kg, ce qui est nécessaire pour atténuer très sensiblement le recul lors du tir.

Pour réaliser les tirs en optimisant le système de bridage et de blocage arrière de la mécanique de la carabine ou fusil, il est nécessaire d'enlever la crosse de toute arme, ce qui ne nuit aucunement à sa précision et son fonctionnement, bien au contraire, puisque la partie mécanique de l'arme est parfaitement solidarifiée avec l'affût.

Est présentée ci-dessous, une vue de l'ensemble du pas de tir de 25m de long, entouré de buttes de terre de 4 mètres de hauteur, de l'affût équipé du fusil servant aux essais et d'un support de cible de réglage initial.



Sur la photographie ci-dessous, est présenté le niveau de géodésie ayant servi à vérifier l'horizontalité des tirs, au sol, à la verticale de la bouche du canon est matérialisé l'axe de tir, par un cordon de couleur rouge, qui se prolonge sous et au-delà des cibles. A la verticale de cette ligne, sur les cibles, est reportée l'axe de tir à l'aide du niveau de géodésie, il sera vérifié ultérieurement par le tir d'une balle :



Et présentée ci-dessous la photographie agrandie de l'affût, de son système de bridage, sur lequel est fixé le mécanisme de fusil ayant servi aux essais :



- Ecrans intermédiaires de détermination de trajectoire :

Ce type d'écran est placé entre l'affût et le support de cible et derrière ce dernier, il permet de matérialiser la trajectoire de tir en tirant préalablement à chaque série de tirs une balle qui matérialise la ligne de tir, et après les séries d'essais, pour vérifier que la ligne de tir est toujours la même, que l'affût de tir n'a pas bougé.

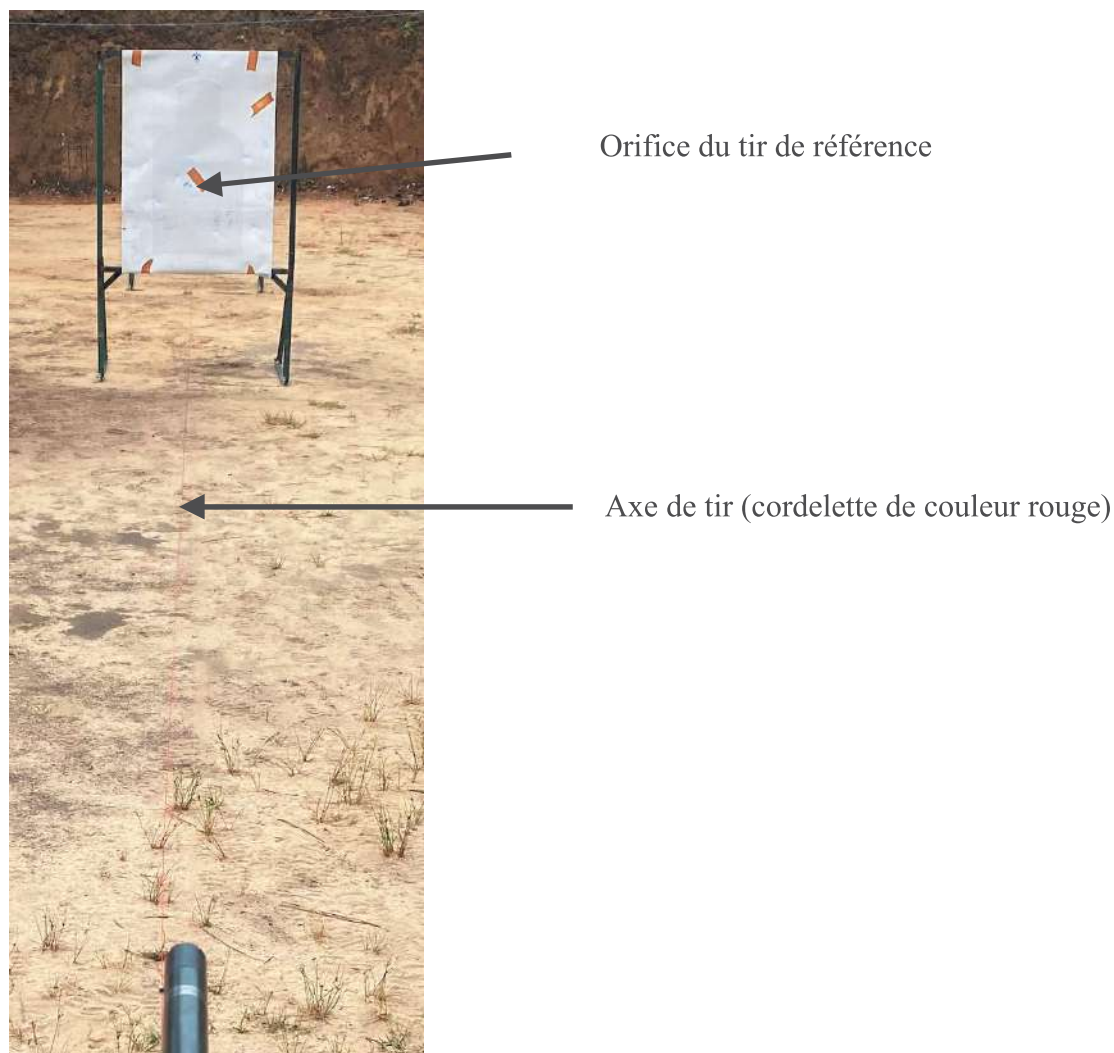
Est présentée ci-dessous une photographie de deux écrans intermédiaires :



Orifices de la balle de réglage

Cordon de couleur rouge matérialisant l'axe de tir

Vue de la ligne de tir, de l'axe de tir et de l'orifice créé par le tir de référence



- Table élévatrice équipée d'un cadre métallique :

Cette table élévatrice en acier de marque Climax, neuve, dont l'entablement mesure 100cm sur 51 cm, d'une amplitude d'élévation de 350cm à 990cm, d'une capacité de charge de 750 kg, pour une masse totale de 120 kg est assujettie d'un cadre en fer de type IPN , fixé sur l'entablement par boulonnage.

Ce cadre d'une dimension de 97 cm de large pour 118 cm de haut, permet de supporter une plaque de béton, des bûches, le support pour bloc de gélatine. Par ailleurs, il peut lui être assujetti deux jambes de force situées de part et d'autre des montants, faisant office de bêche, assurant la stabilité lors des tirs.

Cette table élévatrice dispose d'un système de blocage de roues et d'un dispositif de blocage hydraulique de l'élévation.

Photographie de cette table, assujettie du support pour plaque de béton, bûches...



- Cibles, obstacles différents :

a) Blocs de gélatine :

Ils sont réalisés à partir de gélatine alimentaire porcine de qualité 200 bloom, mélangée par malaxage selon la proportion de 1/7ème de poudre avec de l'eau moyennement chaude, versé ensuite dans un moule en matière plastique de 55,5cm de longueur, 39,5cm de largeur et 29,5cm de hauteur, pour une contenance de 44 litres; le poids moyen d'un bloc se situe entre 37 et 40 kg.

Ces blocs sont ensuite refroidis à température constante de 6° à 7°, et utilisables entre deux et trois jours, pour que la texture soit assez souple; cette matière, cohérente et homogène peut être comparable à la chair et organes mous de mammifère.

Ce matériau, permet de matérialiser, d'apprécier objectivement la pénétration, la trajectoire et le comportement des balles tirées dans un milieu référent et les désordres intra-corporels, puisque la gélatine est très largement utilisée pour des essais de tirs par le Ministère de l'Intérieur, des Armées, fabricant de munitions, de nombreux ballisticiens pour tester des nouvelles munitions .

Ces blocs sont confectionnés sur le site, le stand de tir bénéficiant de réfrigérateurs assez grands pour stabiliser les mélanges.

b) Bloc de béton :

Constitué sous forme de plaque, le bloc de béton constitue un matériau, un bloc lithique qui, s'il n'est pas le plus fréquemment rencontré dans une zone de chasse, constitue néanmoins un socle permettant d'étudier le phénomène de ricochet, la notion de rocher, cailloux, terre, sable étant trop aléatoire suivant leur nature.

c) Bûches de chêne, de pin :

Les dimensions moyennes des bûches sont de 1 mètre de long pour 20 cm de diamètre; la spécificité requise est qu'elles comportent très peu de noeuds, et qu'elles aient été coupées très récemment afin qu'elles soient vertes. Ces deux essences de bois ont été choisies parce qu'elles représentent les bois durs et tendres rencontrés habituellement dans une zone de chasse française métropolitaine, notamment dans les Landes.

d) Broussailles (tiges de bambous):

Ces tiges, d'un diamètre moyen de 6mm, sont plantées sur une double surface grillagée espacée de 10cm de hauteur, de 1m de long sur 50cm. Ces tiges sont espacées les unes des autres de 5cm.

Si les bambous ne sont pas des plantes, arbustives endémiques de nos régions, ce choix a été effectué dans un souci de recherche de bois souple assez résistant, de diamètre régulier, qui peut constituer un substitut à des broussailles, des haies, dont les branches de faible diamètre, mais souples, peuvent générer des déviations de balles.

Ci dessous sont présentés les supports grillagés au travers desquels seront fichées les tiges de bambou.



- Ecrans arrières et latéraux de la cible :

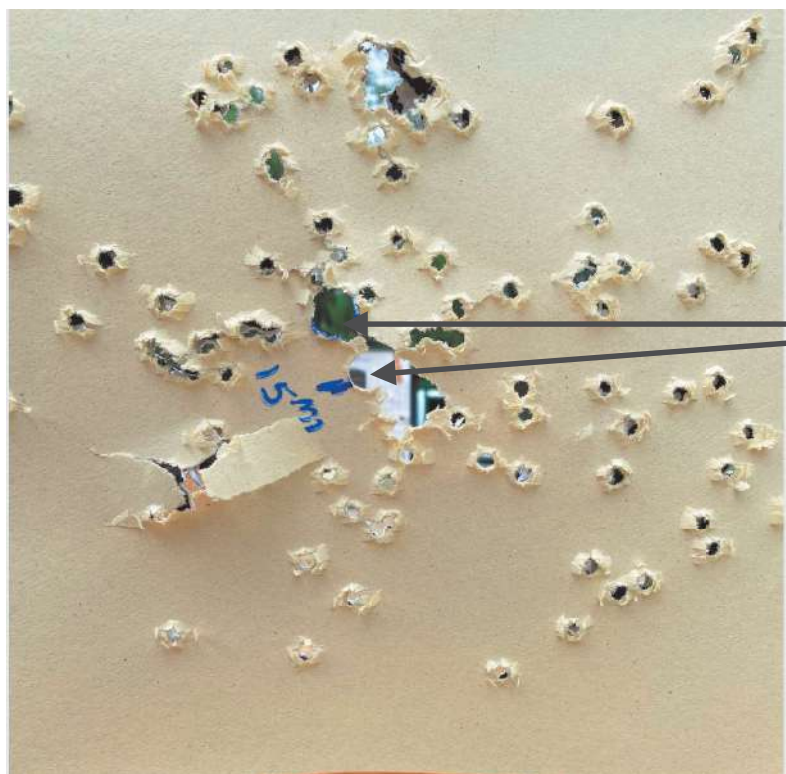
Placé à distance du support de cibles, à l'arrière et sur un ou deux côtés, une nappe de papier sous forme de rouleau est suspendue verticalement sur un fil horizontal; la partie médiane de la nappe correspond à la ligne de tir.

Déroulée à la longueur désirée, maintenue tendue par des pinces, lors des tirs, les grains de chevrotine, ou des fragments traversent ce support papier indiquant la dispersion, des trajectoires.

L'examen des orifices ainsi créés, permet de matérialiser la déviation des tirs, d'en évaluer leur valeur par rapport à la ligne, l'axe de tir .

Après chaque série de tir, les orifices créés sont rebouchés ou bien, si le support est trop délabré il est changé.

Vue de l'arrière d'une cible, atteinte par le tir de réglage, différents tirs de chevrotines et le tir de vérification :



tir de réglage et de
vérification

- Matériel divers :

Un niveau de maçon indiquant les valeurs d'angles en degrés est utilisé comme rapporteur d'angles, pour notamment donner ou vérifier les déviations angulaires des trajectoires.

Un niveau de précision d'ajusteur, de marque STARETT est utilisé pour vérifier l'horizontalité du plateau de l'affût, dans le sens des trajectoires de tir.

Un fil à plomb de géomètre, un mètre roulant, un cordon de couleur rouge et des piquets métalliques sont utilisés pour matérialiser la trajectoire de tir de référence.

Un pied à coulisse de marque ROCH au 50' est utilisé pour mesurer les dimensions, diamètres d'éléments de tirs retrouvés à l'issue des tirs.

Une jauge de profondeur de mécanicien, au 50' de millimètre, et un réglet,

Une balance électronique de précision de marque DILLON'S modèle D Terminator est utilisée pour peser les éléments de tir précités.

3 - Arme utilisée :

Un fusil de chasse mono coup, de marque BAÏKAL, modèle IZH 18, calibre 12-76, de fabrication russe, éprouvée en 2019; sa longueur de canon est de 715mm, ce dernier dispose de chokes interchangeables (lisse, quart de choke, demi-choke, 3/4 de choke et full choke), le diamètre intérieur du canon est de 18,4mm, chambré en 76 mm. Il fonctionne en actionnant la clé arrière de pontet, puis en basculant le canon par rapport au boîtier culasse. Cette arme est proche du neuf.

Ci-dessous est présentée la photographie de cette arme, telle qu'elle a été utilisée lors des essais :



Afin d'être parfaitement bridée sur le banc d'essai, préalablement, le devant et la crosse en bois ont été démontés, sans que cela affecte le fonctionnement et la précision de l'arme.

N.B. :

Quotidiennement, le canon est nettoyé, à chaque changement de choke, ce dernier est nettoyé, avec une baguette en bois et une brosse en fils de laiton de marque PARKER-HALL, de calibre 12; la tranche de culasse est nettoyée à l'aide d'un chiffon propre, éventuellement imbibé de solvant de marque PARKER HALE type 009.

Les Munitions :

Lors de nos précédents essais (CF: rapport de 2014), nos conclusions établissaient que, si les cartouches chargées de 21 grains de chevrotine offraient des perspectives très intéressantes , tant en pouvoir létal, qu'en décroissement rapide d'énergie au delà d'une distance évaluée à 15 mètres, il n'en restait pas moins vrai, que le chargement offert par les fabricants était très perfectible, notamment en matière de bourre.

La suppression imminente de l'utilisation du plomb a permis de rechercher, quels seraient les métaux ou alliages, qui pourraient lui être substitué.

Le postulat était alors le suivant :

- L'utilisation de ces cartouches étant la destruction des suidés, la physionomie, et la morphologie de ces derniers induit un métal dont la masse se rapproche le plus du plomb,
- d'une ductilité relative afin de percer les soies et le cuir épais, recouvert souvent de boue séchée,
- peu fragmentable afin de pénétrer au plus profond dans le corps de l'animal, ayant la faculté de créer des fracas osseux,
- utilisation d'un métal autre que l'acier (qui est proscrit),
- peu sujet à la corrosion, le sang corrodant rapidement de nombreux métaux, afin d'éviter la pollution de la venaison (permettant une commercialisation de la viande de bonne qualité); par ailleurs, rien ne s'oppose à ce que des chasseurs oublient, conservent des cartouches dans leurs poches, gibecières ou cartouchières, ainsi très souvent ces cartouches à bord roulé sur un opercule, ou replié (non soudé et étanchéifié) donc peu étanche, sont soumise à l'humidité, ce qui crée une altération interne,
- Optimisation du type de bourre, en utilisant une bourre de type à jupe et godet enveloppant la totalité de la charge vulnérante, ce qui a pour effet de protéger l'intérieur du canon lors du passage de la charge dans le canon, puis dans le choke, puis assurer une cohésion et une concentration de la gerbe dans l'espace.

Ainsi, en collaboration avec la société SPHERICAL PRECISION.Inc, 43, Peters Canyon Road, CA 92606 U.S.A., dirigée par Monsieur Tim WEI, a été élaborée la fabrication innovante de grains de chevrotine en alliage (entre autres) de type sphéro tungstène majoritairement, recouvert d'étain et allié à une faible proportion de manganèse, fer, zinc, dont la masse, et le diamètre se rapprochait le plus des grains en plomb (voir fiche technique infra).

Les premiers échantillons expérimentaux nous ont été livrés, permettant un chargement futur de cartouches elles aussi expérimentales.

Une bourre de type GUALANDI modèle G TURBO, à jupe et godet, avec disperseur en liège, incisée en croix pour favoriser néanmoins une expansion contrôlée et éviter l'effet balle de la charge, a été choisie et réalisée.

Pour satisfaire les normes actuellement en vigueur édictées par la CIP (Commission Internationale des Poudres), et l'utilisation dans des armes éprouvées à 1320 Bars (double épreuve à minima, bille d'acier au maximum, avec poinçon fleur de lys), le chargement a été étudié afin que deux types de cartouches soient testés:

- une première cartouche développant une pression moyenne de 446 bar et une vitesse moyenne de 394,4m/seconde à 2,50m la bouche du canon,
- une seconde cartouche, développant une pression moyenne de 626 bar et une vitesse moyenne de 425,2 m/seconde à 2,50m du canon.

Sur notre demande et notre cahier des charges, les Etablissements VOUZELAUD, sis Place de la Halle à BROU(28140), ont chargées 150 cartouches (V / 2,50m 394m/s) et 50 cartouches (V 2,50m 425m/s) .

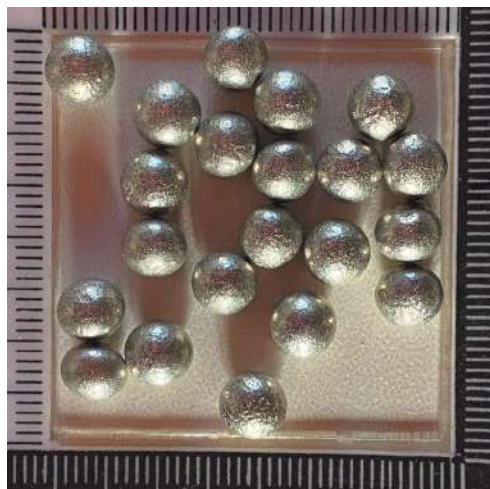
Ci-dessous est présentée la photographie d'une cartouche.



Ci dessous sont présentés les éléments constitutifs d'une cartouche :



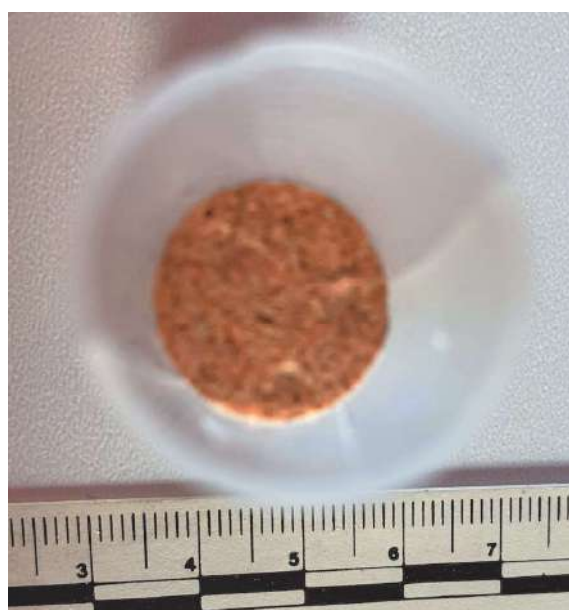
Rondelle obturatrice.



Grains de chevrotine en sphéro-tungstène



Photographie de la bourre GUALANDI.



Photographie de l'intérieur de la bourre



Photographie de la charge de poudre

N.B. : que les cartouches soient chargées pour une vitesse de 425,2m/sec ou 394,4m/sec à 2,50m du canon, hormis la charge de poudre, aucun élément ou marquage ne les différencie.

TESTS :

Similaires à ceux réalisés en 2014, ils portent sur :

- des tirs horizontaux de groupements des gerbes à 10, 15 mètres et 20 mètres
- la précision du centre moyen de la gerbe, par rapport à l'axe de tir
- les déviations de gerbe sur une plaque de béton inclinée horizontalement de 30° par rapport à l'axe de tir,
- les atteintes plein centre et tangentielles sur des troncs de pins, leurs déviations par rapport à l'axe de tir
- les atteintes plein centre et tangentielles sur des troncs de chêne, leurs déviations par rapport à l'axe de tir
- les atteintes de broussailles, leurs déviations par rapport à l'axe de tir
- les tirs sur bloc de gélatine. A ce sujet, cette matière interdite d'utilisation pour des raisons d'hygiène au banc d'épreuve de SAINT ETIENNE, avait été remplacée par de la plastiline de marque SUEUR.

Par ailleurs, il n'a pas été nécessaire d'utiliser une caméra haute vitesse, le comportement spatial de la charge et des grains, hormis la bourre n'offrent pas de différence significative; de plus les vitesses ont été fournies par le fabricant de cartouche, qui bénéficie de tous les appareils de mesure satisfaisant les normes imposées par la CIP.

DESCRIPTION DE LA MUNITION MISE AU POINT ET TESTÉE :

Sur la fabrication des grains de chevrotines :

La société internationale SPHERICAL PRECISION Inc. 43 Peters Canyon Road à IRVINE, en CALIFORNIE (U.S.A.), dirigée par Monsieur TIM WEI, spécialisée dans la métallurgie propre aux projectiles sphériques de cartouches de chasse, a mis au point sur demande de notre part, des grains en alliage non polluant, à multi-composants, dont le tungstène.

Les méthodes de fabrications sont plus complexes, plus longues et coûteuses que celles utilisées pour les grains en plomb obtenus par simple fonte, moulage, compression ; des techniques de frittage entre-autre sont employées.

En outre, ce fabricant peut modifier peu ou prou la composition de ces projectiles, pour les rendre plus ou moins friables, ductiles ou résilients, denses, ou bien leur donner la densité du plomb.

Dans l'élaboration de cette cartouche, il nous est apparu nécessaire d'avoir un grain assez peu ductile, peu friable et inoxydable afin d'éviter une pollution de la venaison par de la corrosion et surtout qu'il ne se déforme que peu, n'éclate pas lors de la pénétration cutanée dans l'animal, afin que soit assurée une pénétration profonde.

La fiche de sécurité propre au matériau employé, appelée Material Safety Data Sheet est jointe en annexe(supra), elle précise entre autres les qualités non polluantes du matériau. Précisons par ailleurs que de nombreux fabricants de cartouches du groupe NOBEL SPORT, tant français qu'étrangers, utilisent des grains de ce métal pour charger des cartouches de chasse au petit gibier, depuis de nombreuses années, bénéficiant d'agréments conformes aux normes écologiques actuelles.

Nous avons mesuré et pesé 35 échantillons de ces grains, ils possèdent les caractéristiques moyennes suivantes :

- diamètre : - mini : 5,5 mm
- maxi : 6,6 mm
- amplitude de la différence : 1,1mm
- diamètre moyen : 6 mm

Cette différence de diamètre affecte quelques peu la sphéricité des grains, moins parfaite que celle en plomb ; ils peuvent présenter de légers aplatissements, sans que cela ait une incidence balistique; le seul inconvénient pourrait résider dans des difficultés lors du chargement (coincement éventuel dans les tamis ou doseurs utilisés pour introduire les vingt et un grains dans la bourre).

Ces mêmes échantillons ont été pesés, ce qui donne une masse moyenne de :

- masse : - mini : 1,26 g
- maxi : 1,48 g
- amplitude de la différence : 0,22 g
- masse moyenne : 1,37 g
- densité : 11,19

Ceci rend les grains en alliage de tungstène (sphéro-tungstène) d'une masse moyenne inférieure de 0,05 g, et d'un diamètre inférieur moyen de 0,2mm à ceux en plomb.

Il faut rappeler que le diamètre moyen d'un grain de chevrotine en plomb, pour une charge de 21 grains est de 6,2 mm et sa masse de 1,42 g .

Est présentée ci-dessous un sac fermé contenant 5kgs de grains, et un sac ouvert



Est présentée ci-dessous la photographie d'un grain de chevrotine en alliage de tungstène :



Sur la fabrication des cartouches :

Elles sont de calibre 12/70.

Des douilles à bobineau en matière plastique translucide strié en long, à culot nickelé, ont été chargées avec 21 grains de chevrotines, contenues dans des bourres à jupe et à godet de type GUALANDI super G TURBO, à disperseur liège.

Ces bourres ont la particularité de contenir entièrement la charge de grains, elles empêchent le frottement des grains tout au long de leur passage dans le canon, donc excluent la friction entre le métal de la charge et l'intérieur du canon (diminution ou exclusion du gradient de vitesse, frottement).

L'obturation est de type bord roulé sur une rondelle obturatrice en matière plastique, rigide et translucide.

Deux chargements avec de la poudre A1 ont été réalisés :

- le premier chargement à 1,80 g confère une vitesse initiale moyenne de 394,4 m/sec à 2,5m du canon, et une pression moyenne de 446 bar, ce qui correspond à la norme de la CIP : $Q = 11Ns$
- le second chargement à 1.90 g confère une vitesse initiale moyenne de 425,2 m/sec à 2,5m du canon, et une pression moyenne de 626 bar, ce qui correspond à la norme de la CIP: $Q=13Ns$.

Les vitesses et énergies des charges propulsées sont déterminées par l'assembleur de cartouches. La vitesse moyenne des charges de 21 grains de chevrotine en sphéro-tungstène, a été déterminée par l'assembleur de cartouche, comme étant de 425 m/sec à 2,5 mètres de la bouche du canon.

Rappelons que la norme CIP pose que les cartouches de calibre 12/70 doivent :

- avoir des pressions inférieures à 1050bars,
- posséder une vitesse inférieure à 430m/s,

Ce, en sortie de canon.

Est présenté ci-dessous, le tableau des spécifications énoncées par la C.I.P.

Spécifications « CIP » des cartouches à grenaille sans plomb de type B et C (Décembre 2018)

Spécifications CIP	Calibre 12			
	Ordinaire	Haute H	Performance P	Haute Performance HP
Longueur	Toutes	12/70	12/73 à 12/76 max	12/89
Vitesse (10 tirs) V 2,5 (m/s)	≤ 425	≤ 430	≤ 430	≤ 430
Quantité de mouvement - M = m.V (Ns)	≤ 12	≤ 13,5	≤ 15	≤ 19
Pression max moyenne PM (bar)	≤ 740	≤ 1050	≤ 1050	≤ 1050
Limite de diamètre de bille - Ø (mm) Choke à utiliser	≤ 3,25 Full choke	Billes Ø > 4 mm Choke ≤ 0,5	Billes Ø > 4 mm Choke ≤ 0,5	Billes Ø > 4 mm Choke ≤ 0,5

III - MODUS OPERANDI :

- Le pas de tir est inspecté afin que nul élément de tir ne vienne polluer nos expériences (douille, bourres...),
- est installé et immobilisé l'affût de tir, puis fixé le fusil en direction de la butte de tir; ce dernier est positionné à l'horizontale à l'aide d'un niveau de mécanicien, la hauteur de l'axe du canon, est prise jusqu'au sol
- visuellement est installé un support de cible muni de sa cible à vingt mètres de la bouche du canon,
- Est réalisé, préalablement à une série de tests, un tir de balle brenneke, ce qui détermine l'axe de tir,
- À l'aplomb de la bouche du canon, et de l'impact sur la cible à vingt mètres, à l'aide d'un fil à plomb, est déroulé un cordeau de couleur rouge fixé solidement et en tension à deux piquets : l'axe de tir est matérialisé, les hauteurs de l'axe du canon jusqu'au sol est comparée à celle de l'axe de l'orifice dans la cible au sol (vérifié à l'aide du niveau de géodésie).
- Par la suite, toute cible, de quelque nature que ce soit, sera centrée et alignée sur cette ligne, à hauteur correspondant à celle de l'axe de tir.
- À l'issue des tirs du plan d'expérience, un nouveau tir de balle brenneke est réalisé afin de vérifier que l'affût n'a pas bougé.

N.B.: afin de comparer nos essais avec ceux de 2014, sont réalisés des tirs avec des munitions de marque MARY, chargées de 21 grains de chevrotines en plomb, à bourre grasse ce qui permet de comparer les résultats avec ceux obtenus en 2014.

Lors des tirs :

- préalablement, l'expert insère à la bouche du canon, le choke désiré,
- puis il demande aux assistants de se mettre à zone de sécurité à l'arrière du pas de tir,
- il charge l'arme, la verrouille et saisit la cordelette reliée au système de détente;
- placé en zone sécurisée il s'exclame : « attention au tir », et actionne le système de détente.
- Le coup parti, il se dirige vers l'affût, ouvre l'arme et extrait la douille,
- Il s'exclame « aux résultats », les assistants se dirigent vers la cible,
- Les observations de toutes sortes, les recueils de dimensions peuvent être alors effectuées.

PLANS D'EXPÉRIENCES:

10 tirs sont prévus pour :

- tirs sur cibles distance de 10 mètres, 15 mètres et 20 mètres pour évaluer les groupements (H+L), avec choke lisse, demi-choke et full-choke
- tirs sur plaque de béton inclinée à 30° par rapport à la ligne de tir à 15 mètres
- tirs sur bûche de chêne à 15 mètres
- tirs sur bûche de pin à 15 mètres
- tirs sur blocs de gélatine
- tirs sur broussailles.

Lors de ces séries de tirs, si peu de variants sont observés dans les résultats, le nombre de tir pourra être réduit.

RESULTATS :

Le type de cartouche retenu (soit :V2,50m : 394m/s, soit: V2,50m : 425m/s) sera décidé en fonction des résultats obtenus à l'issue des tirs de groupement et de pénétration dans les blocs de gélatine.

Enfin, à chaque plan d'expérience, un seul exemple, le plus caractéristique sera illustré.

1 - Tests de groupements de gerbes :

Préalablement l'axe de tir est matérialisé au sol par une cordelette de couleur rouge; cet axe se situe à 1,02 mètre du sol.

Est présentée ci-dessous une photographie de la zone de tir, avec un support de cible à 10 mètres et le second à 15 mètres.



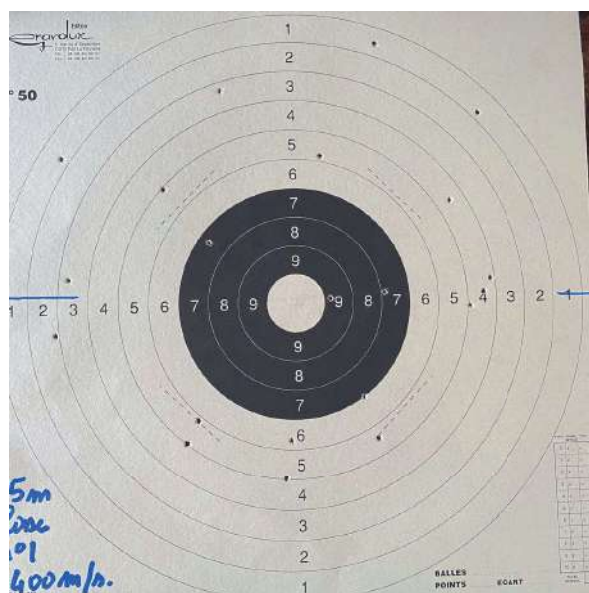
Tir dans un canon lisse :

Marques	10 m H + L	Soit un cercle de diamètre	15m H + L	Soit un cercle de diamètre	20 m H + L	Soit un cercle de diamètre
Alliage tungstène 400 m/sec	20cm 22cm	30cm	39cm 36cm	53cm	37cm 35cm	51cm
Alliage tungstène 430 m/sec	20cm 16cm	26cm	37cm 37cm	52cm	47cm. 45cm	65cm
MARY	23cm 20cm	30cm	32cm 36cm	48cm	51cm 39cm	64cm
Rappel des résultats cartouches MARY en 2014	22cm. 20cm	30cm	32cm 36cm	48cm	51cm 39cm	64cm

N.B.: les valeurs observées lors de nos essais de 2014 et actuels lors des tirs des cartouches MARY, prouvent une grande régularité de chargement, ce qui concoure à déterminer un socle de comparaison supplémentaire solide et avéré.

Ci-dessous sont présentées des cibles illustrant ces résultats à 15mètres :

400m/sec



430m/sec



Canon demi choke :

Marques	10 m H + L	Soit un cercle de diamètre	15m H + L	Soit un cercle de diamètre	20 m H + L	Soit un cercle de diamètre
Alliage tungstène 400 m/sec	16cm 15cm	22cm	27cm 25cm	37 cm	32cm 33cm	46cm
Alliage tungstène 430 m/sec	13cm 15cm	20cm	22cm 25cm	33cm	24cm 33cm	41cm
MARY	22cm 20cm	30cm	36cm 24cm	43cm	37cm 35cm	51cm

Ci-dessous sont présentées des cibles illustrant ces résultats à 15mètres :

400m/sec



430m/sec



Cartouche MARY



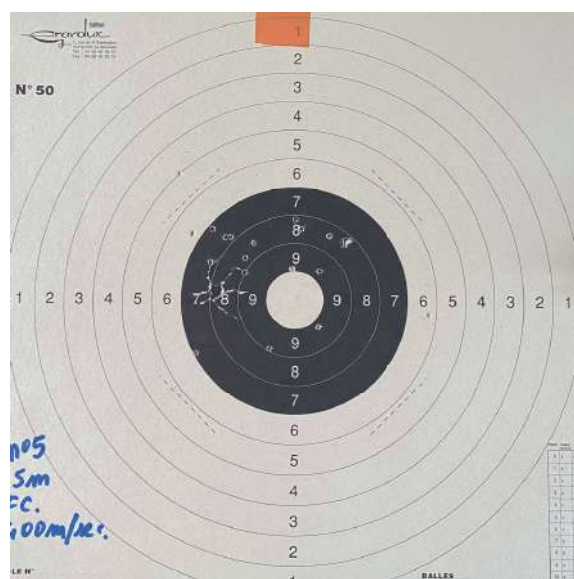
Canon full choke :

Marques	10 m H + L	Soit un cercle de diamètre	15m H + L	Soit un cercle de diamètre	20 m H + L	Soit un cercle de diamètre
Alliage tungstène 400 m/sec	16cm 13cm	21cm	24cm 22cm	33cm	32cm 35cm	47cm
Alliage tungstène 430 m/sec	13cm 14cm	19cm	23cm 23cm	33cm	30cm 36cm	47cm
MARY	21cm 19cm	28cm	23cm 28cm	36cm	32cm 37cm	52cm

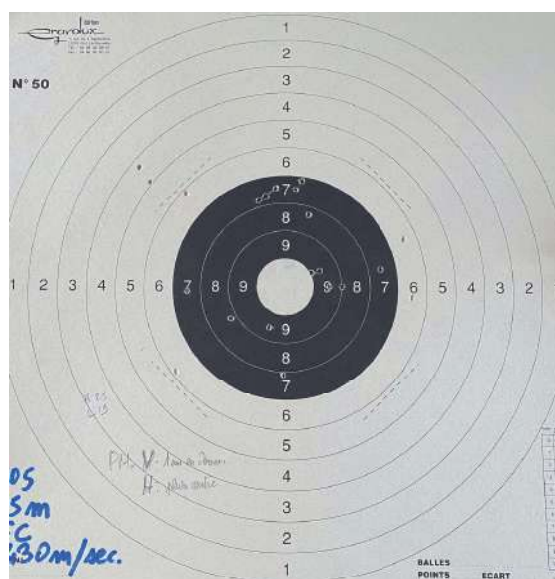
N.B.: il apparaît que les cartouches chargées à 430m/sec présentent une régularité d'évolution de cohésion de groupement par rapport à celles chargées à 400m/sec.

Ci-dessous sont présentées des cibles illustrant ces résultats à 15mètres :

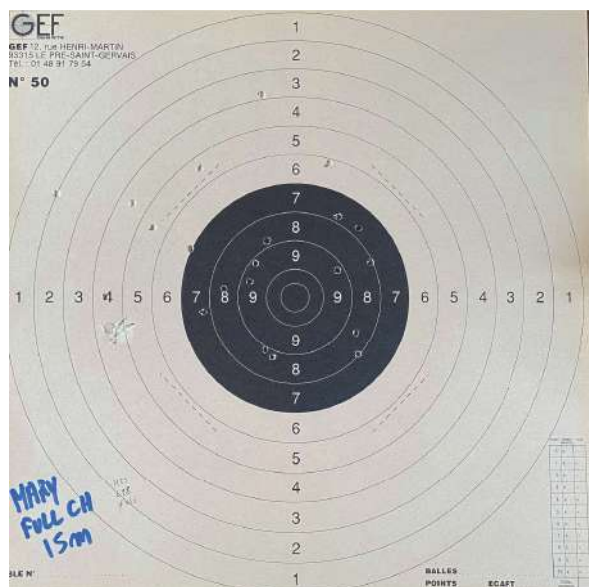
400m/sec



430m/sec



Cartouche MARY



2 - Vitesses et énergies

Sont présentés ci dessous, deux tableaux dans lesquels sont inscrites les vitesses des cartouches sphéro-tungstène (alliage de tungstène) et celles enregistrées en 2014 pour les cartouches MARY, pour le premier et les énergies développées par grain dans le second. Les valeurs des cartouches chargées avec des grains de sphéro-tungstène, sont fournies par l'encartoucheur, celle des cartouches MARY, sont celles déterminées par le banc d'Epreuve de Saint ETIENNE en 2014.

Vitesse en m/sec, à partir de la bouche du canon:

marques	V 10m	V 15m	V 20m	V 25	Valeur de la perte de vitesse en 15 m
Alliage tungstène 430m/sec	381,10	358,4	332	315	66,1
Cartouches MARY (étude de 2014)	357,7	352,2	334,1	316,4	41,3

N.B.: la perte d'énergie sur une distance de 15 mètres, est supérieure pour les grains en sphéro-tungstène par rapport aux grains en plomb, ce qui résulte de la différence de masse à dimension et diamètre égal entre le plomb et l'alliage de tungstène, ce dernier étant plus léger.

Energie par grain :

Exprimée en Joules

marques	E 10m	E 15m	E 20m	E 25	Valeur de la perte d'énergie en 15 m
Alliage tungstène	96,81	85,62	73,47	66,56	30,25
Cartouches MARY (étude de 2014)	100	88	79	71	29

Tableau des énergies cumulées par les grains de sphéro- tungstène :

Exprimés en Joules

Nomb re de grains	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
E 10m	97	194	291	388	485	582	679	776	873	970	1067	1164	1261	1358	1455	1552	1649	1746	1843	1940	2037
E 15m	86	172	258	344	430	516	602	688	774	860	946	1032	1118	1204	1290	1376	1462	1548	1634	1720	1806
E 20m	73	146	219	292	365	438	511	584	657	730	803	876	949	1022	1095	1168	1241	1314	1387	1460	1533

Caractéristiques des cartouches MARY (rappel) :

Nomb re de grains	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
E 10m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
E 15m	88	176	264	352	440	528	616	704	792	880	968	1056	1144	1232	1320	1408	1496	1584	1672	1760	1848
E 20m	79	158	237	316	395	474	553	632	711	790	869	948	1027	1106	1185	1264	1343	1422	1501	1580	1659

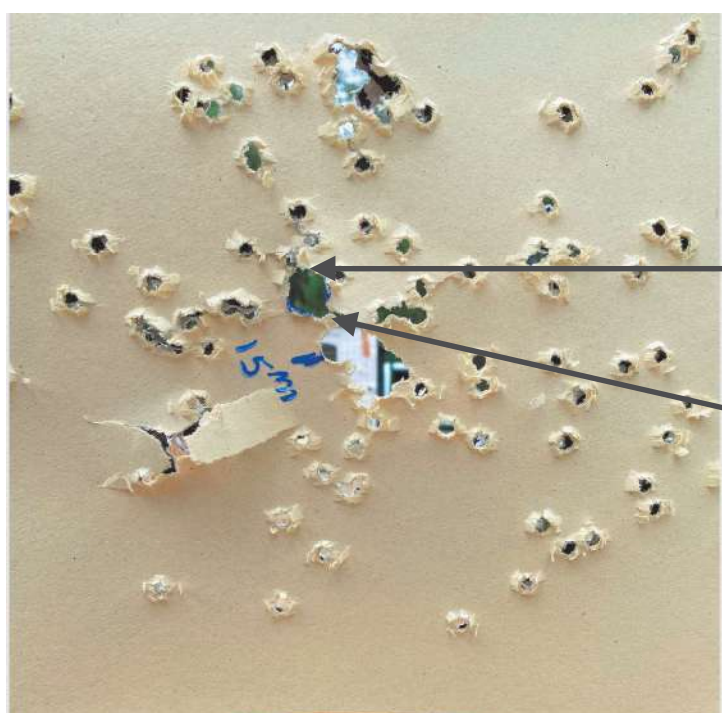
3 - Précision du point moyen de la gerbe par rapport à l'axe de tir :

Pour réaliser ce test , préalablement à chaque série de tirs, un tir à balle a été réalisé pour matérialiser l'axe de tir, puis, à l'issue des tirs un autre tir à balle avec le même type de cartouche a été effectué pour vérifier si l'ensemble de l'affût avait bougé, ce qui n'a jamais été le cas. A chaque tir, une cible est collée sur le support matérialisant l'axe de tir, ce qui permet de mesurer aisément les déviations.

Le point moyen de la gerbe est situé en H + V par rapport à cet axe et exprimé en cm.

Est présentée ci-dessous, la vue arrière d'une cible atteinte chronologiquement par :

- le tir à balle brenneke de référence déterminant l'axe de tir,
- plusieurs tirs de chevrotines
- le tir à balle brenneke de vérification de fin de tir



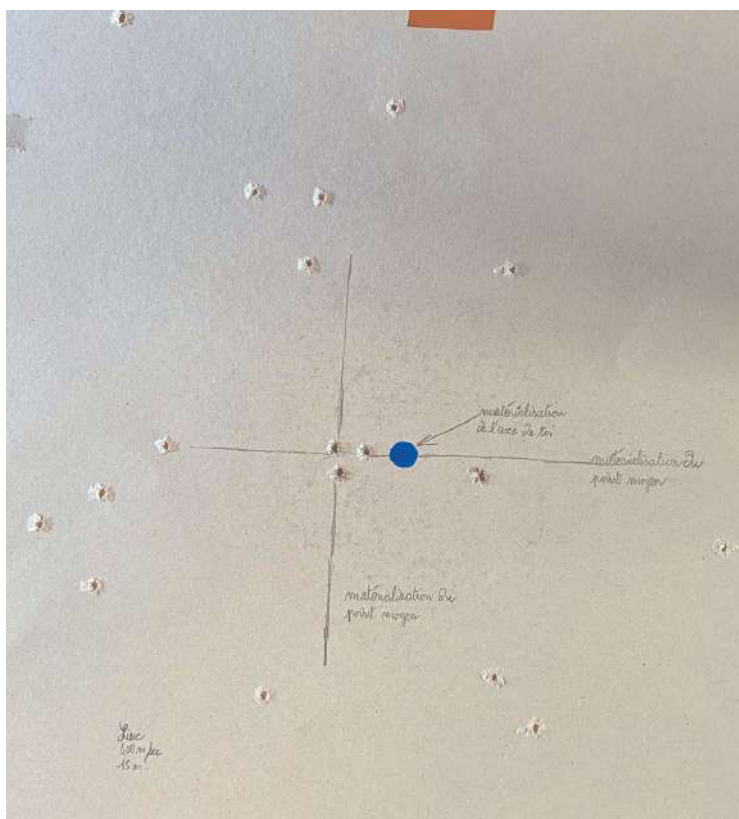
Premier tir de réglage

Dernier tir, de vérification; après séries de tirs de chevrotines

Munitions sphéro-tungstène de 400 m/sec , canon lisse :

Distances	Ecart maximums		Amplitude maximum des écarts	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
10 mètres	1 à droite et à gauche	axée	2 axée	axée
15 mètres	4 à droite 3 à gauche dessous	1 en	7	1 en dessous

Est présentée ci-dessous la photographie de déterminations de point moyen de la gerbe, situés par rapport à l'axe de tir, d'une des cibles :



Munitions de sphéro-tungstène de 430 m/sec, canon lisse :

Distances	Ecart maximums		Amplitude maximum des écarts	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
10 mètres	1 à droite et à gauche dessus	3 au	2 axée	3 au dessus
15 mètres	4 cm à droite dessus	4 au	4 à droite	4 au dessus

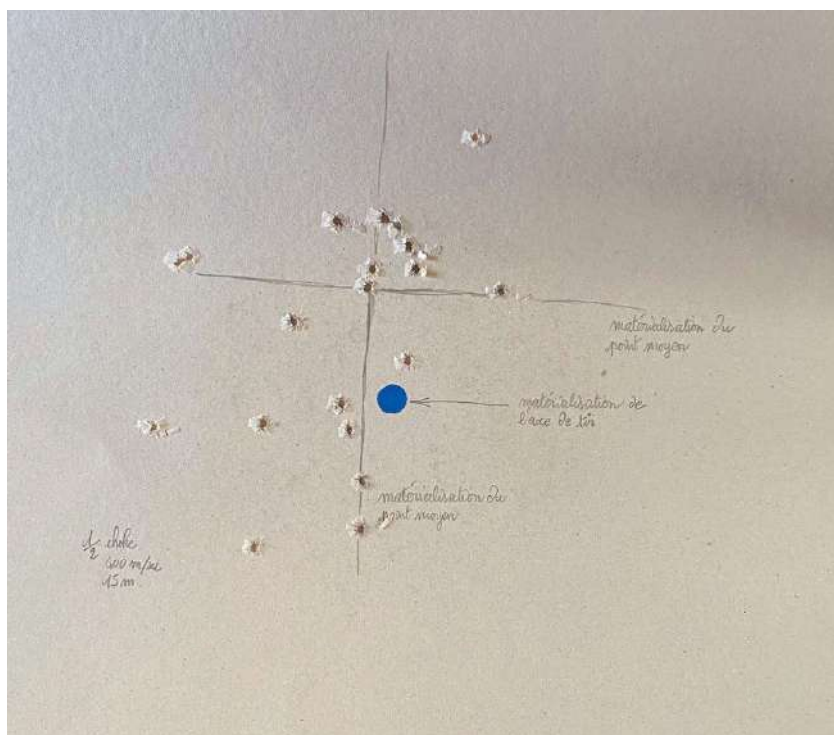
Est présentée ci-dessous la photographie de déterminations de point moyen de la gerbe, situés par rapport à l'axe de tir, d'une des cibles :



Munitions de sphéro-tungstène de 400 m/sec, canon demi choke :

Distances	Ecart maximums		Amplitude maximum des écarts	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
10 mètres	1 à droite dessus	5 au	1 à droite dessus	5 au
15 mètres	2 à droite dessus	4 au	2 à droite dessus	4 au

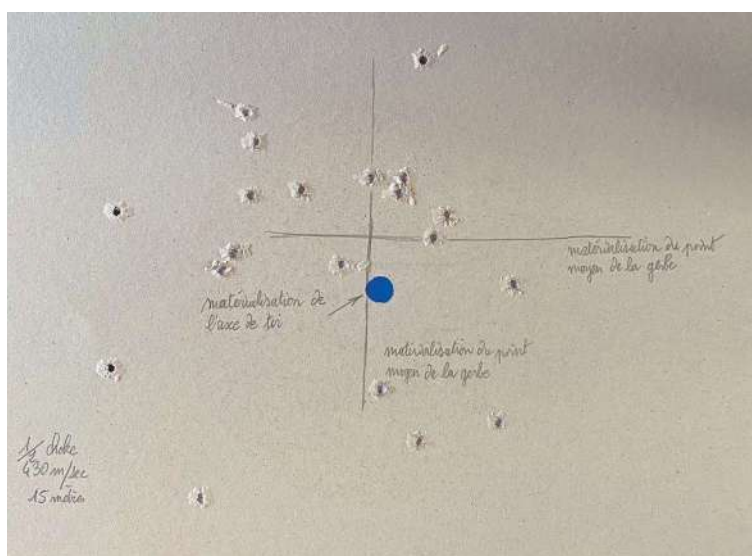
Est présentée ci-dessous la photographie de déterminations de point moyen de la gerbe, situés par rapport à l'axe de tir, d'une des cibles :



Munitions sphéro-tungstène de 430 m /sec , demi choke :

Distances	Ecart maximums		Amplitude maximum des écarts	
	Horizontal	Vertical	Horizontale	Verticale
10 mètres	2 à gauche dessus dessous	3 au 2 en	2 à gauche dessus	5 au
15 mètres	2 à gauche et 1 à droite dessus	6 au	3 à gauche dessus	3 au

Est présentée ci-dessous les photographie de déterminations de point moyen de la gerbe, situés par rapport à l'axe de tir :



A l'issue de ces essais ; les différence entre les résultats obtenus en canon lisse et demi choke, n'étant pas significatifs, il n'a pas été jugé nécessaire de réaliser des tirs en full choke.

La précision des points moyens des gerbes de grains animés d'une VO de 400m/sec et celle des gerbes de grains animés d'une VO de 430m/sec, est relativement équivalente; aucune différence significative n'est à relever.

Il n'a pu y avoir de comparaisons de précision avec les essais de 2014, ces tests n'ayant pas été réalisés alors.

Les observations retenues sur les tests de groupement de gerbe et de précision, permettent de déterminer que les cartouches animées d'une vitesse de 430 m/sec possèdent dans 56% des cas, des valeurs de groupement supérieures à celles des cartouches animées d'une vitesse de 400 m/sec.

Par ailleurs, en raison de leur vitesse supérieure, elles transportent une énergie là aussi supérieure .

Par conséquent, les cartouches développant une vitesse initiale de 430m/sec sont donc retenues pour réaliser la suite des essais.

Déviations sur une surface lithique :

Ces tirs ont été réalisés contre une plaque de béton posée et calée verticalement, orientée à 30° par rapport à la ligne de tir :

Marques	Valeur angulaire horizontale de répartition des tirs		Valeur angulaire horizontale par rapport à l'axe et sens du tir		Répartition verticale des grains par rapport à l'axe du tir	Pourcentage de trajectoires aberrantes	Amplitude angulaire de ces trajectoires aberrantes
	mini	maxi	mini	maxi			
Sphéro-tungstène	moyenne : 29°		81°	110°	12 à 35 % sont au dessus de l'horizontale (axe de tir : soit 1,02m) , le reste en dessous	Un maximum de 14 % a été observé	Entre 131° et 140° par rapport à l'axe et le sens du tir, soit 9°
MARY	moyenne : 30°		non précisée		non définie	non définie	non observée

Ci dessous est présentée une vue de la zone de tir, la plaque inclinée à 30°, et l'écran disposé latéralement côté droit :



Vue latérale à partir de la gauche :



Atteintes sur la plaque de béton :



Orifices des grains post déviation :



Le trait vertical de couleur noire, représente la perpendiculaire de l'axe de tir, à partir du centre de l'impact de la gerbe, un orifice de grain est visible au delà de ce repère;

Tirs et déviations tangentielles sur bûches de pin :

Photographie de la zone de tirs, des écrans latéraux et arrière, avant un tir :



Marques	Atteintes tangentielles au tronc par rapport aux grains tirées	Déviations horizontales rapport à l'axe de tir		Déviations verticales rapport à l'axe de tir	
		Mini.	Maxi.	Mini.	Maxi.
Alliage de tungstène	10 % des tirs	-3° Soit 29°	+26°	- 1° Soit 12°	+ 11°
MARY	Non observées				

La pénétration moyenne d'un grain de sphéro-tungstène, dans un tronc de pin, se situe en moyenne entre 30mm et 35mm .

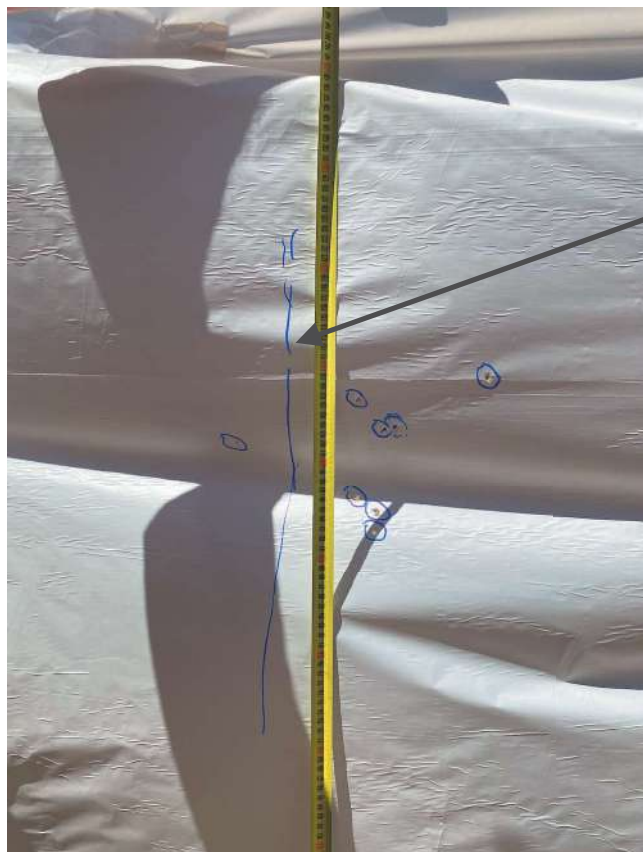
Lors des essais de 2014, aucune atteinte tangentielle n'avait été observée avec les cartouches de marque MARY; la pénétration des grains était de 30mm.

Sont présentés ci-dessous les résultats d'un tir (tirs plein centre et tangentiels) :



Photographie de la dispersion des orifices sur l'écran arrière; aucun écran latéral n'a été atteint.

Le trait vertical correspond au milieu de l'espace existant entre les deux bûches du centre.
L'orifice à l'extrême droite correspond à une atteinte tangentielle du tronc de gauche.



Espace entre deux troncs

N.B. : trois trajectoires aberrantes ont été relevées selon des angles de 31° (deux grains), 40° vers la droite, par rapport à l'axe et dans le sens du tir.

Tirs et déviations tangentielles sur bûches de chêne :

Marques	Atteintes tangentielles au tronc par rapport aux grains tirées	Déviations horizontales par rapport à l'axe de tir		Déviations verticales par rapport à l'axe de tir	
		Mini.	Maxi	Mini.	Maxi
Alliage de tungstène	10 % des tirs	-11°. Soit 33°	+22°	-9°. Soit 18°	+9°
MARY	Non déterminé	Non déterminé		Non déterminé	

L'enfoncement dans le tronc de chêne de chaque grain se situe entre 25mm et 30mm.

Lors des précédents essais de 2014, aucun tir tangentiel avait été relevé avec les cartouches MARY, la pénétration des grains était en moyenne de 40mm.

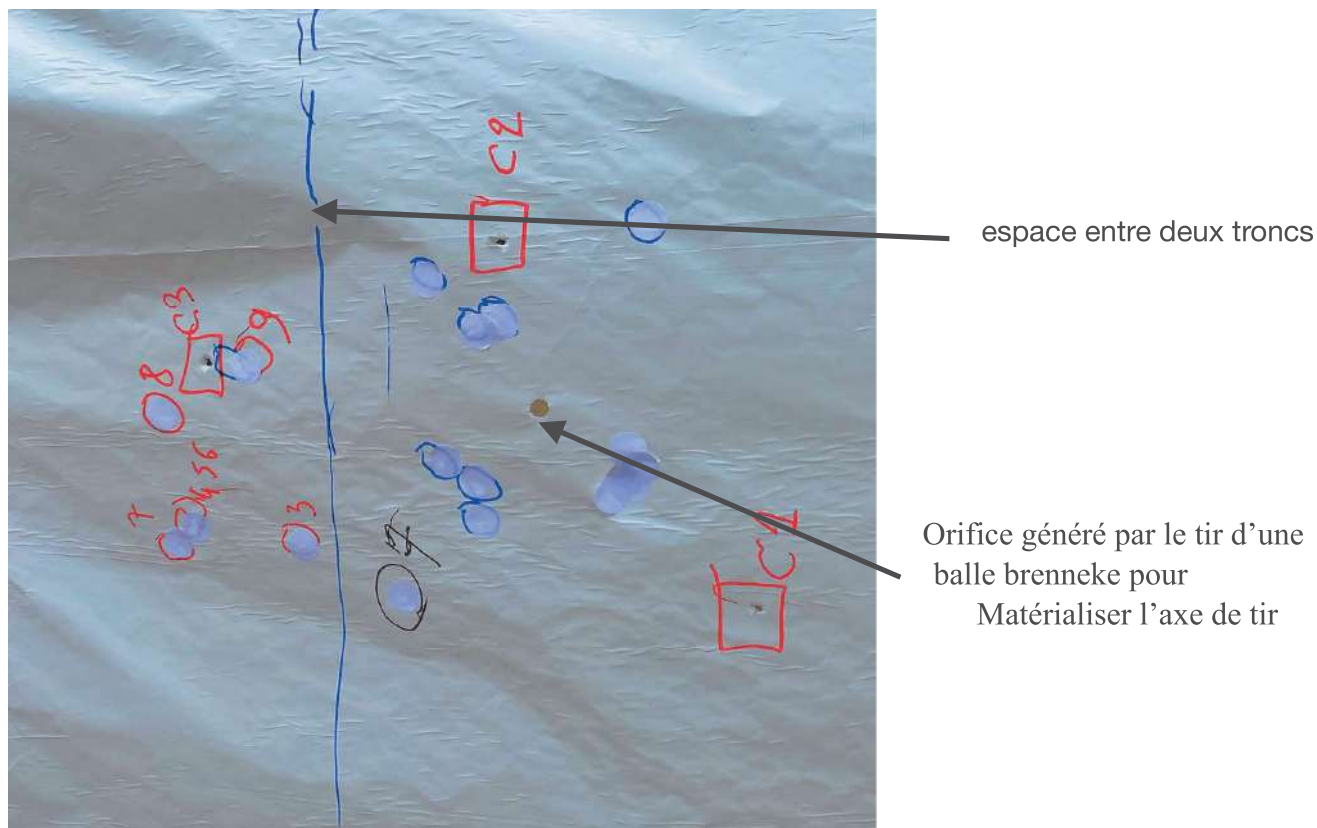
Est présentée ci-dessous la photographie d'un groupement de 21 grains



Sont présentés ci-dessous les orifices consécutifs aux déviations de trois grains, correspondent au tir d'une seule cartouche et entourés d'un carré de couleur rouge, marqués C1, C2, C3.

La ligne verticale correspond au milieu de l'espace entre les deux bûches du milieu.

Cet espace a volontairement été décentré par rapport à l'orifice matérialisant l'axe de tir, afin d'obtenir des déviations significatives.



N.B. : une trajectoire aberrante a été relevée selon un angle de 22° vers la gauche, par rapport à l'axe et dans le sens du tir.

Tirs au travers des broussailles :

Toujours à la distance de 15 mètres, les tirs ont été réalisés au travers de tiges de bambous de 6mm de diamètre en moyenne, dressées verticalement, sur une épaisseur de 1m, espacées les unes des autres de 5 cm.

Est présentée ci-dessous une vue de l'installation avant le tir



Est présentée ci-dessous, la zone de bambous impactés par une gerbe de grains de sphère-tungstène



Les résultats sont les suivants :

Marques	Entrées de gerbes		Amplitude angulaire horizontale de par et d'autre de l'axe de tir		Amplitude angulaire verticale	
	mini	maxi	mini	maxi	mini	maxi
Sphéro- tungstène 430 m/s	16cm	23cm	13°	17°	5°	7°
	moyenne : 18,5cm		moyenne : 15°		moyenne : 5°	
MARY (essais de 2014)	non précisée		moyenne : 16°		moyenne : 10°	

N.B. : une trajectoire excessive a été relevée selon un angle de 16° vers la gauche, par rapport à l'axe et dans le sens du tir.

Tirs de pénétration dans la gélatine :

Ce type d'essais n'a pu être réalisé au banc d'épreuve de SAINT ETIENNE en 2014, pour des raisons d'hygiène, afin que les comparaisons avec les cartouches chargées de grains en plomb soient probantes, les cartouches MARY ont également été testées dans des tirs sur blocs de gélatine en juin 2022.

Ainsi une comparaison objective entre les grains en plomb et en sphéro-tungstène, a pu être réalisée.

Marques	Profondeur de l'atteinte		Amplitude de profondeur de l'atteinte	Profondeur moyenne de l'atteinte
	mini	maxi		
Alliage de tungstène	31cm	45cm	14cm	38 cm
MARY	23cm	42cm	19cm	33cm

En ce qui concerne la pénétration des grains de sphéro-tungstène dans les blocs de gélatine atteint , des photographies sont présentées ci-dessous :

sens du tir



Vue en coupe de la pénétration de deux grains de sphéro-tungstène :

Sens du tir



Vue d'un autre tir de chevrotines en sphéro-tungstène, illustrant la régularité de pénétration :

Sens du tir



Déviations :

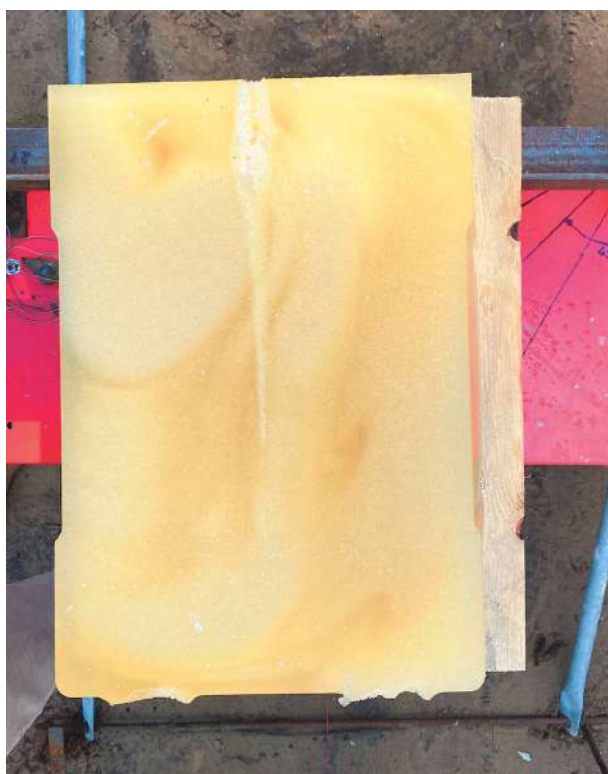
Lors des essais de tir avec les cartouches chargées de grains de plomb, deux déviations de trajectoires ont été observées :

- la première, après une pénétration superficielle de 2cm sur 28 cm de longueur, à la face supérieure du bloc de gélatine, le grain est ressorti et a décrit une trajectoire ascendante comprise entre 25° et 30° , ce, sous l'effet des mouvements convulsifs du bloc choqué par la charge.
- la seconde, après une pénétration parallèle de 3cm du flanc gauche sur 32cm de longueur, le grain est ressorti sur la gauche décrivant un angle horizontal de 10° .

Photographie d'un tir de chevrotines à grains en plomb de marque MARY; la croix représente l'axe de tir, les trajectoires individuelles des grains sont matérialisées par des baguettes :



Vue de dessus de la déviation tangentielle d'un grain de chevrotine en plomb:



Sens du tir



Matérialisation par une cordelette de couleur rouge de la déviation ascendante de 18° :



En ce qui concerne les tirs de chevrotines chargées de grains d'alliage de sphère-tungstène, une déviation de trajectoire a été observée :

- après une trajectoire tangentielle, éraflant la surface supérieure sur 10 cm de longueur, le grain a décrit une trajectoire ascendante de 10° , les mêmes phénomènes énoncés précédemment pour les chevrotines en plomb, en sont la cause (mouvement convulsif consécutif au choc de la charge atteignant le bloc).

DISCUSSION

Principes recherchés en balistique lésionnelle ou de but :

Selon le Général JOURNÉE, éminent balisticien de la fin du XIX^{ème} siècle et début XX^{ème}, dans son ouvrage « Tir des fusils de chasse », ses observations et conclusions posent que :

- À la suite des observations réalisées lors des guerres du XIX^{ème} siècle, un animal (en l'occurrence un cheval dont le poids est de l'ordre de 700 kgs) qui est atteint par 4 ou 5 projectiles ayant chacun une puissance suffisante, a de grandes probabilités d'être blessé à mort et d'être arrêté à faible parcours...il faut faire à un animal au moins cinq blessures très pénétrantes pour avoir des « chances » de le faire mourir en peu de temps; on a la certitude de tuer rapidement, qu'en produisant au moins dix blessures pénétrantes... »
- A contrario, lorsqu'un animal est atteint par un seul projectile relativement puissant et capable de lui briser les os, il n'a que une « chance » sur quatre d'être tué...
- Sur cinq blessures réparties au hasard, l'une d'entre elle est rapidement mortelle... »
- Un projectile en plomb animé d'une vitesse inférieure à 350 m/sec, lorsqu'il atteint les parties molles d'un corps, génère une blessure comparables à un coup de couteau (Général JOURNÉE, professeur Vincent J.M. DI MAIO , blessures par armes à feu, aspects pratiques des armes à feu, de la balistique et des techniques médico-légales). Plus sa vitesse augmente, plus le canal d'attrition créé subi des désordres, plus la blessure s'aggrave, en même temps que le projectile se déforme et peut causer des cavités temporaires et/ou permanentes.
- Ce même projectile, lorsqu'il rencontre un os dur à faible vitesse, va se déformer, se briser voire se pulvériser projetant ainsi des équilles d'os plus ou moins importantes (projectiles secondaires, déchirant et bousculant la chair.)
- La pénétration des projectiles en plomb dans les milieux de moyenne résistance tels que les corps animés, n'augmente avec la vitesse qu'autant que ces projectiles ne sont pas fortement déformés brisés par l'arrivée dans le milieu...
- Les blessures faites par les projectiles aux animaux de toute espèce, ont une action meurtrière et d'arrêt qui varie suivant les organes qui sont atteints, autrement dit , l'efficacité d'une munition tirée dépend pour beaucoup du siège des blessures atteint.
- il est admis que plus la balle possède un coefficient d'élasticité élevé, plus elle est composée de matériaux durs, plus elle ricoche.

Par ailleurs, la réglementation actuelle pose que l'énergie minimale légale imposée pour le tir du gros gibier est de 1000J, et de 2500J à 100m pour un gros sanglier ou un cerf.

En ce qui concerne la retombée d'un plomb de cartouche de chasse pour arme à canon lisse, il est admis que selon un angle de 35° par rapport au plan du sol , la retombée sera de 80 fois son diamètre.

Les plans d'expérience :

La cartouche , ses composants :

Les grains de sphéro-tungstène:

Il a été observé des différences de dimension de sphéricité sur chacun des grains, d'un échantillonnage de 35 grains pris au hasard, ainsi trois diamètres diamétralement différents ont été relevés sur chacun.

L'amplitude des différences de diamètres est de 1,1mm, le diamètre minimum relevé de 5,5mm et le maximum de 6,6mm .

Il a été aussi observé des différences de masse, 1,26g au minimum et 1,48g au maximum, l'amplitude de la différence étant de 0,22g.

Ces imperfections apparaissent par leur conception inédite et encore artisanale. Le fabricant, renommé mondialement, affirme qu'il est possible selon que ces projectiles soient agréés, d'en optimiser la sphéricité et par conséquent la régularité de la masse individuelle.

Ce défaut de sphéricité des grains de chevrotine en alliage de tungstène, constitue une déformation originelle, qui ne se modifie pas lors du chargement (sertissage) ou lors du tir (passage dans le cône de raccordement de fin de chambre et entrée dans le choke), alors que les grains en plomb, pourtant particulièrement réguliers dans leur sphéricité, par leur fabrication, subissent des déformations plus ou moins minimes lors du chargement dans la cartouche (sertissage) et des contraintes occasionnées lors du tir (tassement des grains arrières venant pousser ceux de devant dans la cartouche lors du départ de coup de feu), tassement dans le rétrécissement du cône de raccordement de la fin de chambre, et enfin tassement dans le passage du choke (Général JOURNEE – tir au fusil de chasse).

Néanmoins, les conséquences peuvent être considérées comme minimales pour l'efficacité, puisque la distance de tir préconisée pour la destruction des suidés étant inférieure ou égale à 15 mètres, les influences liées à la pénétration dans l'air du projectile, le maître couple, coefficient de traînée etc, ne s'en trouvent guère affectés, et que la précision demandée n'est pas celle d'une balle à grande distance.

A ce sujet, les tests inhérents à la précision de cette munition expérimentale, ont montré que la précision par rapport à l'axe de tir (d'une balle) étaient très convenables, ceci dû à l'utilisation de la bourre GUALANDI; en l'occurrence à une distance de 15mètres , le point moyen de la gerbe est inscrit dans un cercle de 3cm autour de l'axe de tir pour un canon muni d'un demi choke et de 4cm pour un canon lisse.

Le choix d'un métal inoxydable composant ces grains de sphéro-tungstène, ajoutent un intérêt non négligeable quant à la non pollution de la venaison, donc sa conservation, sa consommation et la commercialisation.

La bourre :

En matière de balistique intérieure, la bourre, qui contient entièrement la charge, permet une réduction de la friction contre le canon, elle favorise le passage de la charge dans le canon, elle « glisse » mieux en évitant le contact métal sur métal durant le trajet interne dans le canon ou dans

le choke ; rien ne s'oppose en plus à ce qu'elle favorise le passage de l'ensemble dans le choke, évitant un freinage brutal , donc des surpressions, et des déformations éventuelles du choke (ondulations visibles à l'intérieur de la bouche du canon), à la suite de tirs.

De plus cette bourre GUALANDI permet un chargement régulier, équilibré et bien réparti des 21 grains, ce qui confère un comportement spatial satisfaisant.

En balistique extérieure (dans l'espace), cette bourre contient plus longtemps la charge en la concentrant, toutefois elle évite l'effet balle par ses quatre fentes longitudinales.

En revanche, il est nécessaire d'apporter un soin particulier à l'entaillage de ces fentes longitudinales, qui doivent séparer à dimensions rigoureusement égales les « pétales » de la bourre, au risque de créer une faiblesse latérale d'un ou plusieurs pétales favorisant des irrégularités de concentration de gerbe. Ce défaut apparaît lors des observations des éléments de tirs retrouvés dans l'environnement de la zone de tir, à l'issue de chaque tir ; en effet un dépliage excessif d'un pétale de la bourre par rapport aux autres favorise l'extériorisation des grains contenus préalablement contre lui.

Donc, il peut être déduit, que si les qualités morphologiques originelles des grains en plomb sont supérieures à celles des grains en sphéro-tungstène, lors du tir, elles sont modifiées et altérées, ce par les contraintes liées à la poussée violente par l'arrière des grains avant, les plaquant sur la partie interne du cône de raccordement, puis du canon, puis finalement lors leur passage dans le choke (lorsqu'il y en a un) subissant une contraction latérale, un freinage puis une poussée de la part des grains non encore engagés dans le cône de raccordement de ce choke.

Vitesse et énergie:

Si la densité et la masse des grains en sphéro-tungstène sont inférieures à celles des grains en plomb, ce qui pourrait nuire à l'efficacité de sa létalité, en revanche sa vitesse initiale de 430m/sec (amplitude haute acceptable par la CIP) , supérieure à celle des cartouches chargées en grain de plomb, compense et confère une énergie proche des cartouches chargées de grains en plomb (inférieure cependant de 3% à 15m, 2% à 15m et 8 % à partir de 20m).

L'énergie transportée, des sphéro-tungstène, ne présente toutefois pas une différence significative et rédhibitoire, jusqu'à 20 mètres il peut être raisonnablement établi que la portée utile se situe vers les 15 - 17 mètres.

Tableau des valeurs d'énergie par grain :

Marques	V 10m	E 10m	V 15m	E 15m	V 20m	E 20m	Perte de vitesse en 10m	Perte d'énergie en 10m
Sphéro-tungstène 430m/sec	381m/sec	97J	358m/sec	86J	332m/sec	73J	49m/s	24J
MARY	358m/s	100J	352m/s	88J	334m/s	79J	24m/s	21J

Ainsi, entre 10 et 20 mètres, les munitions sphéro-tungstène perdent 25% de leur énergie, pendant que les munitions à balle en plomb perdent 21%, 4% de différence apparaissent comme relatifs.

Le tableau ci-dessous représentant l'énergie cumulée exprimé en Joules par grain, permet de calculer le nombre de grains suffisant à tuer un grand gibier en ayant une énergie conforme à celle exigée :

Nomb re de grains	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
E0m	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604
E 10m	97	194	291	388	485	582	679	776	873	970	1067	1164	1261	1358	1455	1552	1649	1746	1843	1940	2037
E 15m	86	172	258	344	430	516	602	688	774	860	946	1032	1118	1204	1290	1376	1462	1548	1634	1720	1806
E 20m	73	146	219	292	365	438	511	584	657	730	803	876	949	1022	1095	1168	1241	1314	1387	1460	1533

Caractéristiques des cartouches MARY (rappel) :

Nomb re de grains	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
E 10m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
E 15m	88	176	264	352	440	528	616	704	792	880	968	1056	1144	1232	1320	1408	1496	1584	1672	1760	1848
E 20m	79	158	237	316	395	474	553	632	711	790	869	948	1027	1106	1185	1264	1343	1422	1501	1580	1659

Ainsi :

A 10 mètres : il faut à minima 11grains de sphéro-tungstène alors qu'il n'en faut que 10 en plomb.

A 15 mètres : il faut à minima 12 grains de sphéro-tungstène et tout autant en plomb .

A 20 mètres: il faut à minima 14 grains de sphéro-tungstène alors qu'il n'en faut que 13 en plomb.

Les différences entre les grains shpéro-tungstène et les grains en plomb sont minimales et caractérisent une certaine cohérence en matière d'énergie.

En ce qui concerne la vitesse de 350 m/sec minima, retenue pour créer des blessures autres que celles similaires à un coup de couteau, donc plus satisfaisantes, les grains de sphéro-tungstènes tirés dans des cartouche à vitesse initiale de 430m/sec, ne descendent sous ce seuil qu'au delà de 15 mètres tout comme les grains de plomb.

Précision des gerbes:

Par ailleurs, les tests de groupement montrent une grande concentration de la gerbe de sphéro-tungstène, ce, grâce à la bourre GUALANDI; ainsi, alliée à une bonne précision par rapport à l'axe de tir, la concentration des grains accentue l'effet de choc plus important qu'avec une charge plus disséminée, plus dispersée (plomb et bourre grasse), avant que les grains ne pénètrent dans le corps de l'animal, ce, sur la zone mortelle à atteindre.

Ces observations conviennent, quelques soient les chokes employés, bien que le type full choke optimise les résultats.

Ainsi, lors du tir, le chasseur peut espérer atteindre le point visé avec plus de certitude et d'efficacité.

En ce qui concerne les trajectoire aberrantes de ricochets de certains grains de chevrotines, des ricochets de balles de fusils ou de carabines apparaissent parfois comme aberrants eux aussi dont la cause est inexpliqué.

Il faut remarquer que la majorité des impacts de grains ayant ricoché se situent sous l'horizontal de l'axe de tir, ce qui s'explique par l'absorption de l'énergie d'un grain lors du choc de ce ricochet.

Groupement des gerbes :

Les normes déterminent que la zone du coeur d'un chevreuil (plus petit gibier classé dans la catégorie des « grand gibiers ») s'inscrit dans un carré de 15cm de côté; la diagonale de ce carré est de 25 cm; ceci correspond au diamètre d'un cercle qui contient une gerbe.

Ainsi, en examinant les dimensions des gerbes de 21 grains en sphéro-tungstène obtenues, (voit supra pages 24, 25, 26), comparées à celles des cartouches MARY sur le tableau ci-dessous :

Cartouches	Choke	10 mètres	15 mètres	20 mètres
Sphéro-tungstène	Lisse	26cm	52cm	65 cm
	1/2 choke	20cm	33cm	41cm
	Full Choke	19cm	33cm	47cm
MARY	Lisse	30cm	48cm	64cm
	1/2 choke	30cm	43cm	51cm
	Full Choke	28cm	36cm	52cm

Nous pouvons déterminer que :

- les diamètres de dispersion de la totalité de la charge des deux types de métal employés, tirées avec les trois types de chokes à 15 et 20 mètres excèdent la référence du cercle de 25 cm de diamètre; cependant, on peut considérer, dans l'absolu, qu'à 15 mètres la moitié de la gerbe sera contenue dans ce cercle soit entre 10 et 11 grains, et qu'à 20 mètres environ 7 grains s'y inscriront. Sous toutes réserves, au moins 5 grains vont atteindre l'animal, et de fait vont s'inscrire dans les assertions du général JOURNÉE selon lesquelles il faut 4 à 5 projectiles créant des blessures très pénétrantes pour avoir des « chances » de le faire mourir (pour un poids de 700Kgs).

- à 10 mètres, il peut être considéré que toutes les gerbes de sphéro-tungstène issues des tirs s'inscrivent dans le diamètre prescrit.

Il n'en est pas de même pour les cartouches MARY, même si le tir dans un canon full-choke, s'en rapproche. Néanmoins, là aussi, au moins 5 grains pourront atteindre l'animal

Mais cette valeur de 25 cm ne vaut que pour le chevreuil; pour le sanglier, peut-être serait elle légèrement différente, augmentée.

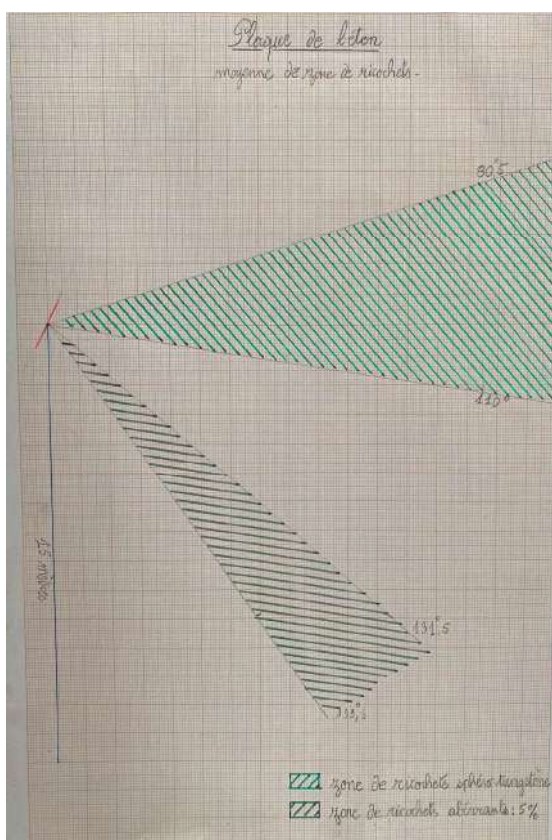
Par ailleurs, il faut souligner que :

- À toutes distances, les caractéristiques et propriétés de la bourre GUALANDI optimisent la concentration des gerbes tout en excluant un effet balle à proscrire, ce qui permet d'obtenir des gerbes plus concentrées qu'avec des chargements classiques avec des grains de chevrotines en plomb.
- à toutes distances, les différences entre les deux types de grains ne sont pas excessives, si les sphéro-tungstène présentent une dispersion moyenne moindre que celles en plomb, l'amplitude des écarts entre ces deux types de charges reste cohérente.

Dans l'ensemble, si les munitions chargées de grains de sphéro-tungstène, avec une bourre performante présentent une légère supériorité de concentration par rapport aux cartouches chargées de grains de plomb, la différence de valeur n'est pas excessive et reste cohérente, en revanche leur utilisation au delà de 15 mètres demeure insatisfaisante.

Déviations sur une surface lithique :

Est représentée ci dessous un plan de répartition des zones de ricochets, pour l'ensemble des tirs:



La surface hachurée en vert représente la zone où se concentre la majorité des impacts ou orifices des grains ayant ricoché (soit : 95 % des grains) , celle hachurée en gris représente la zone où les trajectoires aberrantes, dont la déviation est inexplicée, se situent (soit : 5 % des grains).

Il faut aussi noter qu'il a été constaté à l'issue des tirs qu'une moyenne de 26 % des orifices créés par les grains ayant ricoché, se situent au dessus de la ligne horizontale de l'axe de tir, l'écran se situant à 3 mètres de l'axe du ricochet de la gerbe, rien ne s'oppose à ce que lors du ricochet, une grande quantité d'énergie soit alors absorbée, affectant considérablement celle restante et conférant alors un affaiblissement significatif des performances, donc de la portée.

En ce qui concerne les déviations sur une surface lithique, il n'apparaît pas de différences significatives par rapport à des munitions chargées de grains de plomb en déviations horizontales ; les déviations verticales permettent de constater qu'après le ricochet du grain, celui-ci a tendance à chuter, ce dans un grand nombre de cas . Néanmoins, des trajectoires aberrantes dont la valeur angulaire excède la moyenne observée sont à noter (jusqu'à 14%,).

Sur l'écran placé à 3 mètres du centre de ricochet de la gerbe, nos constatations ont permis de déterminer que 26% des grains ayant ricoché ont décrit une trajectoire ascendante n'excédant pas une trentaine de cm au dessus de la ligne horizontale de l'axe de tir. 7% des grains ayant ricoché se situent soit au sol soit en dessous de cette ligne, une grande partie de leur énergie ayant été absorbée lors du ricochet. Il faut souligner que les tirs sont horizontaux, et les trajectoires « post ricochets » plongent littéralement sous la ligne horizontale de l'axe de tir;

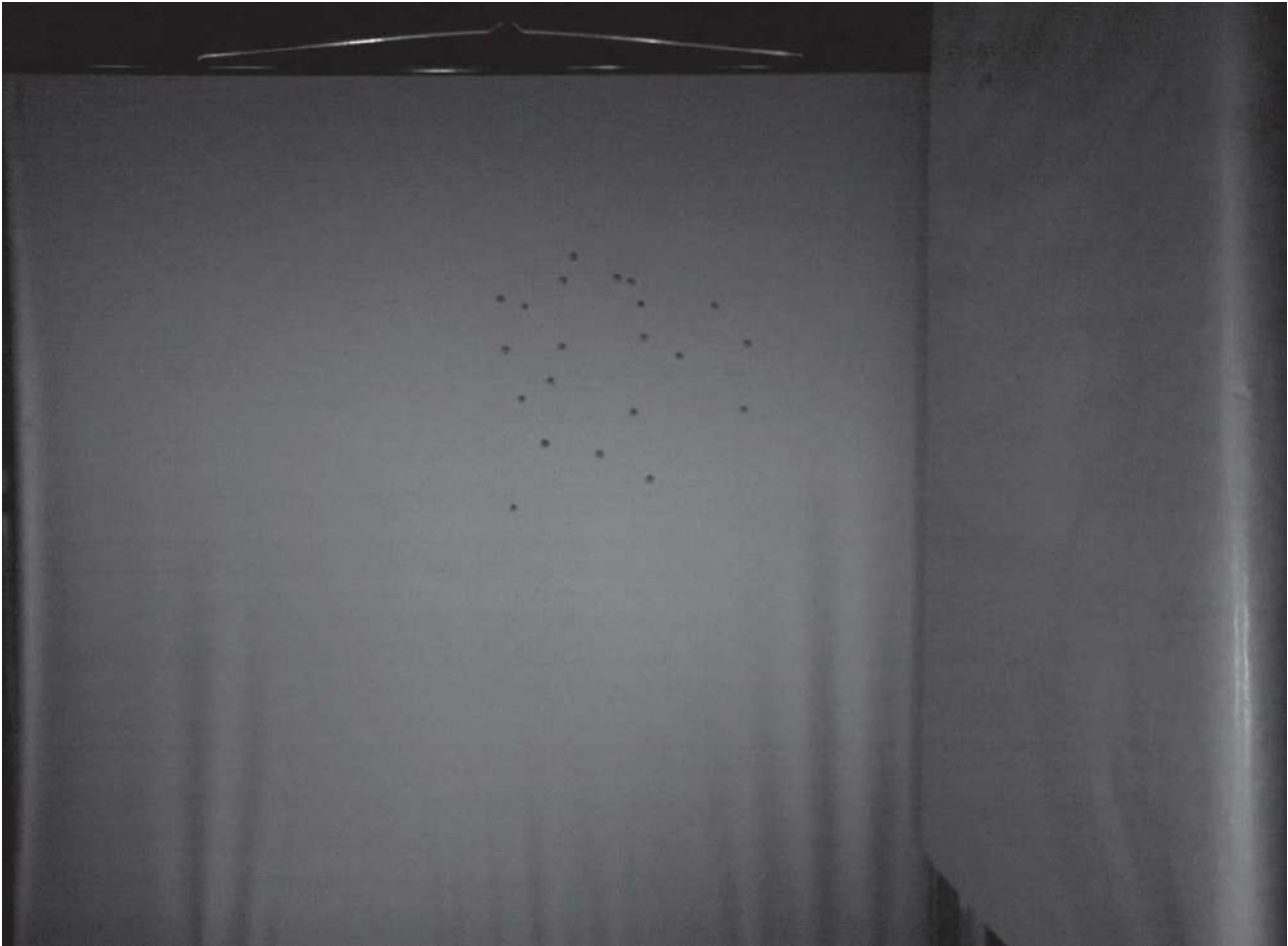
En ce qui concerne les déviations aberrantes, suite au ricochet sur un obstacle quelconque (surface lithique, bois...), dans la chronologie du vol de la charge, le postulat suivant peut être posé :

- la gerbe de grains arrive en décrivant un cercle imparfait perpendiculairement à l'axe de tir,
- Cette gerbe est étendue dans sa longueur, dans le sens du tir, comme le présente la photographie d'une gerbe de 21 grains de chevrotines de marque MARY, prise perpendiculairement à son axe de tir à une distance de 10 mètres de la bouche du canon (images d'archives - essais de 2014- Banc d'épreuve de SAINT ETIENNE):

Sens du tir



- Plus cette gerbe est favorisée, concentrée, plus ces déviations sont

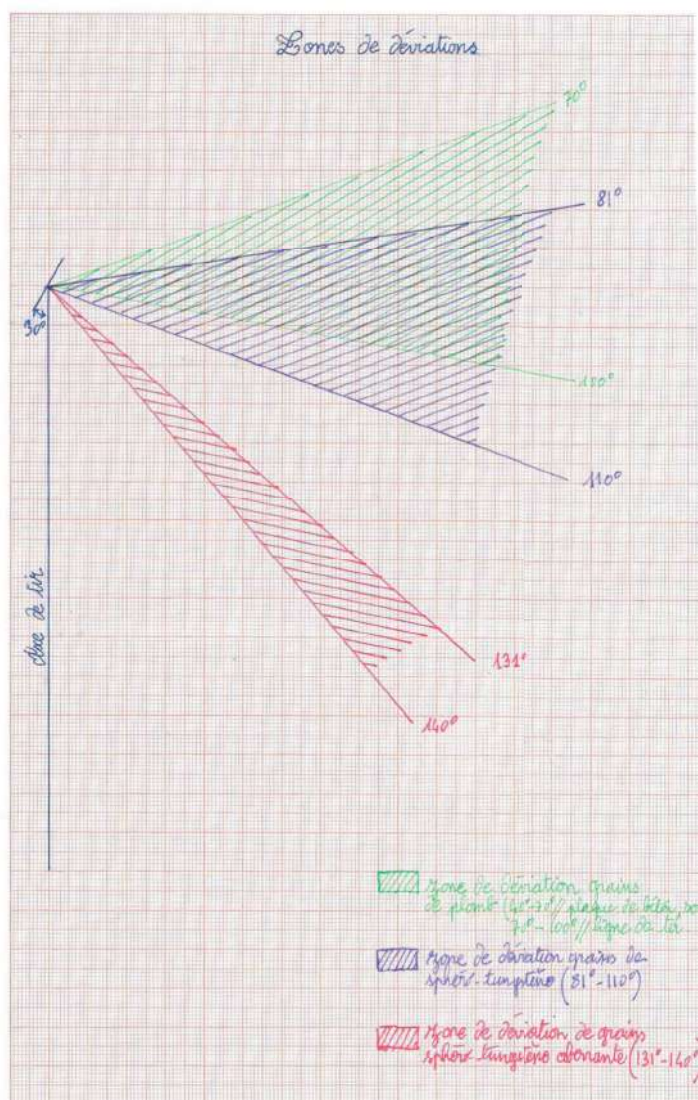


- Lors de la rencontre avec la surface lithique, les grains frontaux dévient dans la direction angulaire générale,
 - Cependant, les grains situés à gauche (sens du tir) arrivent les premiers sur cette surface inclinée, alors que ceux situés à droite parcourent un vol plus long,
- OU cependant, des grains successifs ricochant, peuvent venir taper, bousculer l'arrière ou le côté de grains précédant, occasionnant ainsi leur déviation aberrante
- Ces derniers peuvent en ricochant, taper l'arrière ou le côté de ceux déjà engagé dans la zone de ricochet, provoquant leur déviation aberrante,
 - Après avoir ricoché, certains peuvent être bousculés, choqués, donc déstabilisés, ce qui provoque une nouvelle déviation.

Ce type de déviation propre à une sphère, peut s'observer sur de nombreux jeux les utilisant : pétanque, billard, jeux de billes.

Est présenté ci-dessous un schéma représentant ces différentes dispersions, ce qui permet d'établir une comparaison visuelle immédiate.

- hachurée en vert : zone de déviation de grains en plomb
- hachurée en violet : zone de déviation de grains de sphéro-tungstène
- hachurée en rouge: zone de déviation aberrante de grains en sphéro-tungstène



N.B. : Lors de nos essais au banc d'épreuve de Saint Etienne en 2014, n'avait été observé aucun ricochet.

Ce schéma montre la cohérence existant entre la zone de ricochets des grains de plomb (70° - 100°) par rapport à la ligne de tir) dont l'amplitude est de 30° , et celle des grains de sphère-tungstène (81° - 110°) dont l'amplitude est de 29° . Ces deux amplitudes sont presque similaires dans la valeur, ce qui indique une constante en matière de ricochets, de surface à risque.

Par ailleurs, rien ne s'oppose à ce que si la valeur angulaire de début de zone couverte par les grains de sphère-tungstène débute à 81° , soit 9° en plus par rapport aux grains en plomb, résulte du fait, que ces derniers, pourtant animés d'une énergie supérieure de 2 joules aux premiers grains, de par leur importante déformation sur la plaque de béton, ce qui peut tendre à augmenter le frottement cinétique des grains, donc les ralentir, aient leur vitesse et énergie légèrement plus anémiée que ceux en sphère-tungstène, et que, le glissement sur cette surface lithique ne retarde le ricochet, modifiant l'angle.

Par ailleurs, il est avéré qu'un projectile plus dur en l'occurrence que le plomb, est donc moins élastique, et affecte ainsi une plus forte faculté à ricocher.

Déviations sur troncs de pin :

Types de cartouches	Valeur angulaire de la zone de ricochets post déviation (15m)		Valeurs de trajectoires aberrantes	
	Mini	maxi	Mini	maxi
Sphéro-tungstène	3° À gauche de L'axe de tir. Soit une amplitude de 15°	26° à droite de L'axe de tir	31°	40° Soit une amplitude de 9° à droite de l'axe de tir
Grains de plombs Valeur arrondie des essais de 2014	Aucune déviation n'avait été remarquée			

La valeur angulaire de la zone de ricochets est déterminée par rapport à l'axe de tir.

Les grains ayant ricoché, représentent 10% de la totalité des tirs.

Les grains ayant eu des trajectoires aberrantes de déviation, représentent 14% de la totalité des tirs.

N'ayant observé lors des essais de 2014, aucune trajectoire aberrante, aucune comparaison entre les deux munitions ne peut être effectuée.

Avec les cartouches chargées de grains en plomb, la profondeur moyenne de pénétration était de 30mm.

Les grains en sphéro-tungstène pénètrent quant à eux de 30 à 35 mm, pénétration équivalente voire légèrement supérieure par rapport aux grains en plomb.

Ces pénétrations sont cohérentes et offrent une certaine constance dans la pénétration.

Déviations sur troncs de chêne :

Types de cartouches	Valeur angulaire de la zone de ricochets post déviation (15m)		Valeurs de trajectoires excessives voire aberrantes	
	Mini	maxi	Mini	maxi
Sphéro-tungstène	4,5° A gauche de L'axe de tir, Soit une amplitude de 24,5°	20° à droite de l'axe de tir	30°	40° À droite de l'axe de tir
Grains de plombs Valeur arrondie des essais de 2014	Aucune déviation n'avait été remarquée			

Les grains ayant ricoché, représentent 10% de la totalité des tirs.

Les grains ayant eu des trajectoires aberrantes de déviation, représentent 8% de la totalité des tirs.

Avec les cartouches chargées de grains en plomb, la pénétration moyenne était de 40mm.

Les grains en sphéro-tungstène pénètrent quant à eux sur une profondeur de 25 à 30mm, soit une perte de 25% par rapport au premier.

Rien ne s'oppose à ce que cette différence minime soit consécutive à une épaisseur d'aubier plus importante sur les bûches support de test en 2014; l'homogénéité des supports peut offrir des variables.

Il ne peut être apporté d'observations comparatives entre les tests de 2022 et 2014, puisque pour ces derniers, moins nombreux que ceux de 2022, aucune déviation n'avait été observée, par ailleurs, la méthode employée pour favoriser les déviations a été améliorée, en alignant notamment l'espace existant entre deux bûches avec l'axe de tir, donc le centre moyen de la gerbe précisé supra.

Néanmoins, il peut être considéré que les performances de pénétration des grains qu'il soient en plomb ou en sphéro-tungstène sont très proches.

Par ailleurs les valeurs de déviations sur le chêne ou le pin sont assez proches, et donc inclinent une certaine cohérence dans les valeurs de déviation;

Déviations sur broussailles (bambous):

Les résultats observés à la suite des tirs sur bambous (broussaille) avec des grains en sphéro-tungstène, permettent de matérialiser des déviations voisines de celles observées avec des munitions à chargement à grain de plomb.

Là encore, si les valeurs de déviations sont de 15° avec des grains sphéro-tungstène, elles sont de 16° pour les grains en plomb, ce qui est presque similaire, en revanche une différence minime de 5° à l'avantage de la sphéro-tungstène (déviations de 5° et 10° pour le plomb) est à observer.

Néanmoins, dans ce plan d'expérience encore, les résultats montrent une certaine cohérence entre les grains en sphéro-tungstène et ceux en plomb.

La trajectoire excessive relevée de 16°, peut s'expliquer par le même postulat qu'énoncé supra en ce qui concerne les chocs de grains sur la surface lithique.

Déviations dans les blocs de gélatine:

En ce qui concerne la pénétration dans la gélatine, les cartouches chargées de grains en sphéro-tungstène, offrent une grande régularité de pénétration avec peu d'amplitude entre les extrêmes, une meilleure pénétration que les cartouches chargées de grains de plomb. En outre, l'examen de l'entrée et du début des canaux d'attrition offrent une cavitation de plusieurs centimètres de

longueur, qui sont d'environ une fois et demi voire deux fois le diamètre du grain, sur une longueur moyenne de 15 à 20 cm.

Néanmoins, il est à constater que lors de tests avec des cartouches chargées de grains en plomb, 10 % de grains, après avoir décrit des trajectoires internes proches des faces externes, sont ressortis en décrivant des trajectoires comprises entre 10° et 25°, par rapport à l'axe de tir.

De même, 5 % des grains en alliage de tungstène ont décrit des trajectoires similaires.

Néanmoins cette longueur de pénétration régulière dans un trajet intra-corporel peut apparaître intéressante, car elle limite la transfixiance de la charge, il peut être considéré que chaque grain abandonne la totalité de l'énergie transportée durant son parcours ; si quand bien même une partie traversait le corps d'un animal, l'énergie résiduelle serait considérablement atténuée, limitant les déviations et parcours post corporelles. De même, en cas de déviation intra-corporelle, puis de sortie du corps de l'animal, l'énergie serait considérablement réduite.

L'amplitude de pénétration supérieure de 5cm des grains de plomb par rapport aux sphéro-tungstène, pose le problème d'hétérogénéité de régularité et performance entre les grains d'une même charge.

Portée des grains en sphéro- tungstène :

Le tir avec ce type de munition doit être réalisé en tir fichant, ainsi calculée la retombée des grains de la manière habituelle pourrait paraître inadaptée.

Néanmoins, puisqu'il a été observé lors de nos essais, des déviations ascendantes, notamment lors de tir sur bloc de gélatine, en tir direct selon une orientation de 30°, la retombée des grains se situerait dans une zone d'environ 480 mètres (diamètre du grain X par 80, soit 6mmX 80= 480).

Il est toutefois nécessaire de rappeler, que lors d'un ricochet, une partie de l'énergie est alors absorbée, diminuant de facto la portée.

Conséquences quant à la sécurité au tir, modification de l'angle des 30° :

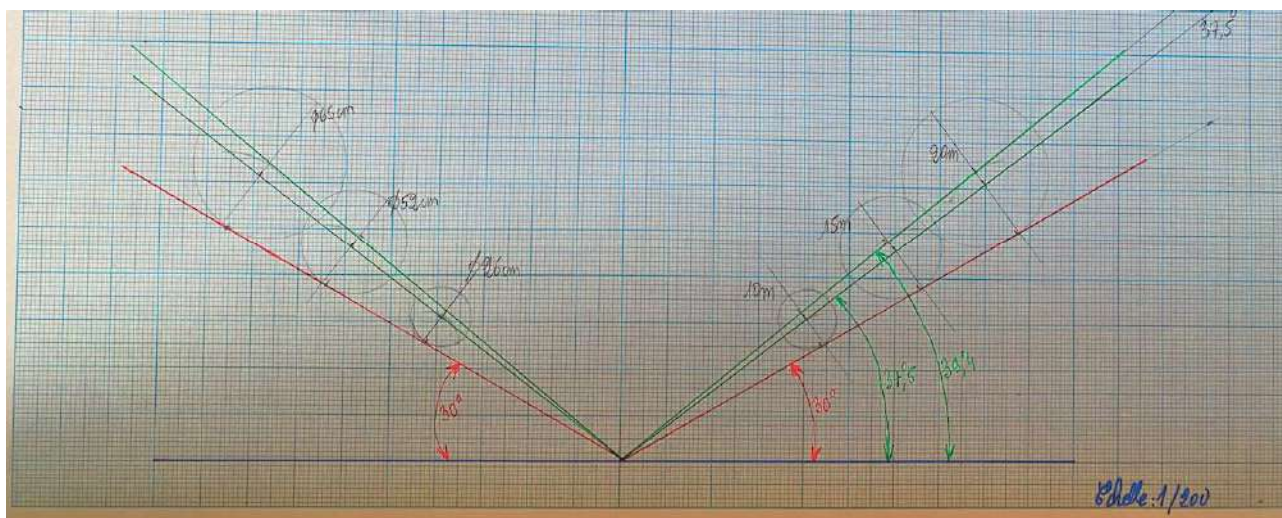
Lors du tir d'une gerbe de projectiles, que ce soient des petits plombs ou des grains de chevrotines, le centre de la gerbe progresse dans l'axe de tir qui est rectiligne et décrit une parabole due à l'attraction terrestre, en même temps cette gerbe s'épanouit de façon croissante ("pétalisation") et régulière par rapport à cet axe.

Au fil de la distance parcourue, lors d'un tir sur la droite du tireur, la moitié droite de la gerbe va s'inscrire progressivement en deçà de la ligne fictive des 30°.

Il en est de même lors d'un tir à gauche du tireur, pour la partie gauche de la gerbe.

Ce phénomène d'épanouissement de la gerbe est inhérent aux projectiles multiples, qui par nature ne sont pas stabilisés sur l'axe de tir.

Ci dessous et présenté un schéma illustrant cette assertion ; il reprend les dimensions maximum des gerbes relevées :



CONCLUSIONS

Les études menées en 2014 sur les chevrotines chargées de 21 grains, de calibre 12, avaient permis leur utilisation lors de battues pour réduire la population hégémonique des sangliers.

L'interdiction de l'utilisation du plomb à la chasse, a impulsé des recherches quant à un nouveau matériau pour lui succéder. Ainsi, des grains en alliage de sphéro-tungstène, ont été mis au point par un industriel, de renommée mondiale, afin que soient testées de nouvelles cartouches de calibre 12 chargées de 21 grains, obéissant aux règles de la C.I.P.

Des essais ont été réalisés selon les mêmes plans d'expérience et principes de répétabilité, reproductivité de ceux de 2014, améliorés pour certains ; la concentration et précision de la gerbe, l'énergie et la vitesse de cette gerbe, la pénétration dans de la gélatine, des tests de pénétration et déviations sur bûche de pin, de chêne, tiges de bambou (en guise de broussaille) et surface lithique font l'objet de développements au sein du présent.

Il en résulte que cette cartouche de chevrotine constitue une munition intéressante quant à ses performances et son utilisation en tant que munition intermédiaire, dont la portée utile ne devrait pas excéder 15 mètres, sa vitesse, son énergie, décroissant entre 15 et 20 mètres, alors que s'accroît le diamètre de la gerbe. La précision de la cartouche mise au point allée à une grande régularité de pénétration lui confère des atouts, les qualités du métal employé ne devraient pas nuire à la qualité de la venaison.

Le sphéro-tungstène, moins ductile que le plomb, affecte une propension à la déviation sur un obstacle dur, mais comparable aux tests réalisés sur la chevrotine de plomb. L'épanouissement de la gerbe de projectiles multiples (petits plombs, chevrotines), au fil de l'accroissement de la distance, devrait susciter une réflexion sur la valeur angulaire de sécurité.

Enfin, si les qualités et améliorations de cette munition la rendent plus attractive que les chevrotines traditionnelles, néanmoins ses faiblesses au-delà d'une certaine distance, obligent à une utilisation encadrée, toujours aussi rigoureuse.

Une expérimentation in situ permettra d'affirmer ou d'infirmer les qualités observées dans le cadre du présent rapport, comme ce fut le cas pour notre étude de 2014.

L'Expert

