



# SOMMAIRE

<b>PREAMBULE</b>	<b>3</b>
<b>DONNEES BALISTIQUES</b>	<b>4</b>
MUNITIONS	4
MODELISATION DES TRAJECTOIRES	5
PARABOLE DE SECURITE	7
<b>LE PROJET</b>	<b>8</b>
<b>RETOMBEE ET RECUPERATION DES PLOMBS</b>	<b>10</b>
FOSSE UNIVERSELLE (PAS DE TIR N° 2 ET 3)	10
FOSSE OLYMPIQUE (PAS DE TIR N° 1)	14
<b>ZONES DE SECURITE</b>	<b>15</b>
BUTTE	16
INTERACTIONS ENTRE PAS DE TIR	16
LIGNE ELECTRIQUE A L'EST	16
PARCELLE ET CHEMIN A L'OUEST	17
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>18</b>

# PREAMBULE

Notre mission, confiée par la société FAMY, consiste à porter une appréciation balistique sur le projet de rénovation du stand de tir ball-trap de SAMOGNAT en matière de :

- sécurité,
- récupération des projectiles.

Nous ont été fournis les plans et le profil des buttes. Nous avons par ailleurs l'information par FAMY que la membrane géotextile dont seront couvertes les buttes est d'un type épais étanche aux plombs et déjà qualifié sur d'autres installations.

Nous nous sommes également basés sur des spécifications sportives relatives aux disciplines ball-trap qui seront tirées sur le site (Fosse Olympique et Fosse Universelle) :

- conception des stands FFTir juin 2000.pdf (en particulier chapitre II),
- règlement Fosse Olympique (FFT) 2018,
- règlement Fosse Universelle (FFTb) 2010,
- règlement Fosse Universelle (Fitasc) 2022,
- règlement ISSF 2018 RTG (à partir du paragraphe 6-4-17)
- Code des Sports

Pour rappel, la circulaire Defferre n° 82-152 du 15/10/82, qui n'a pas force de loi, est déclinée par département dans des arrêtés qui précisent l'interdiction, dans les limites de portée de fusil et sous réserve de l'absence de masques, de tirer vers routes, chemins, habitations, emprises SNCF, lignes électriques.

Pour le tir aux armes de chasse, le code des sports (articles A322-142 et suivants) précise les obligations déclaratives pour l'ouverture d'un nouveau stand ainsi que la distance de sécurité (250 mètres) sous réserve des éventuels écrans & protections.

Les interprétations du présent document seront à exploiter par le Maître d'Œuvre en fonction des éléments de son dossier. Elles n'engagent pas en l'état l'auteur des présentes quant aux résultats qui seront obtenus. Chaque projet de ce type est un prototype. A la suite de la finalisation du projet, il pourrait être intéressant de procéder à des qualifications et à une documentation des résultats obtenus.

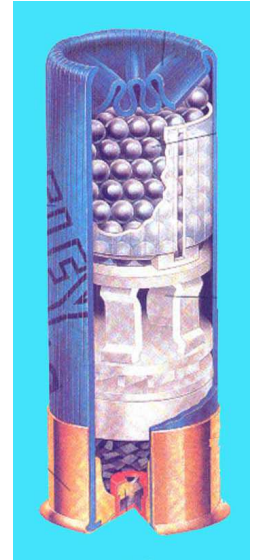
# DONNEES BALISTIQUES

## MUNITIONS

Les cartouches utilisées sont chargées en 24 grammes de plomb 0N° 7½ (fosse olympique) ou 28 grammes de plomb N° 7½.

Pour mémoire, le plomb N° 7½ est donné pour un diamètre de grenaille de 2,4 mm. Tolérance comprise, le règlement impose que les grenailles de plomb ne dépassent jamais un diamètre de 2,6 mm.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques théoriques sur la base d'une densité du plomb de 11,32 grammes/cm<sup>3</sup>. La portée maximale de sécurité correspond à la fois à la formule du permis de chasser ( $\emptyset \times 80$ ), à nos calculs aux différences finies (méthode du Cx pris égal à celui d'une sphère parfaite 0,5) et à ce qui est constaté lors de vrais tirs.



Diamètre	Poids	Nombre de grenailles (en 24 grammes)	Nombre de grenailles (en 28 grammes)	Portée max de sécurité
2,4 mm	0,082 grammes	293	341	192 m
2,6 mm	0,104 grammes	231	269	207 m

Compte tenu de la résistance de l'air, la portée maximale d'un plomb est atteinte pour un tir montant avec un angle de 24° environ et non pas de 45°. En pratique, les plombs tirés entre 15 et 30° d'élévation tombent tous à la même distance, seules la durée du trajet et l'incurvation de la trajectoire varient.

**Note 1 :** La vitesse initiale (prise à 400 m/s pour les calculs) a une influence absolument négligeable sur la portée maximale de sécurité.

**Note 2 :** le Code des Sports donne une distance de sécurité arrondie à 250 m pour le tir sportif aux fusils de chasse lisses.

# MODELISATION DES TRAJECTOIRES

Les trajectoires d'une grenaille se modélisent numériquement par calculs numériques aux différences finies.

## Notations

$m$  = masse

$\vec{\gamma}$  = vecteur accélération

$\vec{V}$  = vecteur vitesse

$V_x$  = composante horizontale du vecteur vitesse

$V_y$  = composante verticale du vecteur vitesse

$x$  = abscisse de la poutchette

$y$  = ordonnée de la poutchette

Dérivée première par rapport au temps est figurée par un point :  $V_x = \dot{x}$   
 $V_y = \dot{y}$

Dérivée seconde par 2 points :

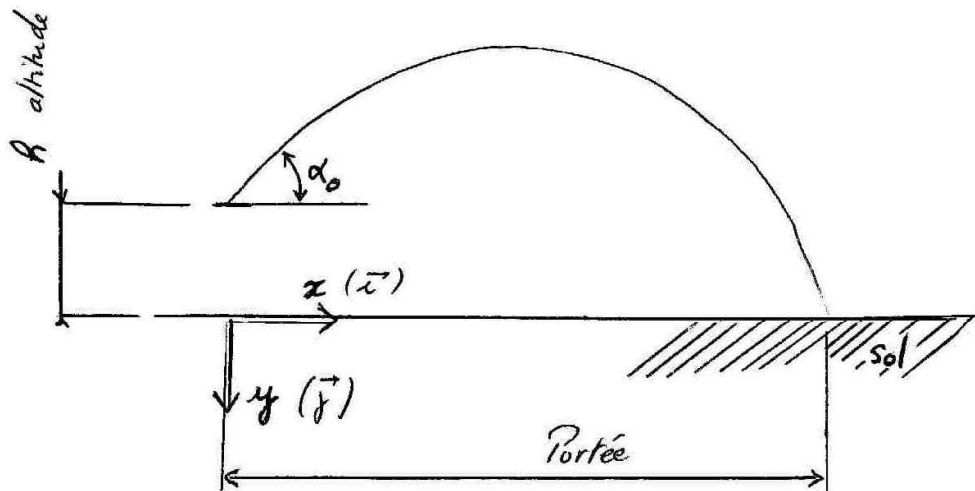
$$\left( \vec{\gamma} \begin{pmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{pmatrix} \right) \text{ ou } \vec{\gamma} \begin{pmatrix} \dot{V}_x \\ \dot{V}_y \end{pmatrix} \text{ au choix.}$$

$C_x$  : coefficient de pénétration dans l'air

$S$  : surface frontale moyenne

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  accélération de la pesanteur

$\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3$  masse volumique de l'air



Eq. fond. de la dynamique  $m\vec{\gamma} = \sum \vec{F}$

$$m\vec{\gamma} = \underbrace{mg \vec{f}}_{\text{pesanteur}} - \underbrace{\frac{1}{2} \rho S C_x V^2 \frac{\vec{V}}{\|\vec{V}\|}}_{\text{résistance de l'air}}$$

en projetant sur les axes :

$$\begin{cases} \ddot{y} = g - \frac{1}{2} \frac{\rho S C_x}{m} (V_x^2 + V_y^2)^{\frac{1}{2}} V_y \\ \ddot{x} = - \frac{1}{2} \frac{\rho S C_x}{m} (V_x^2 + V_y^2)^{\frac{1}{2}} V_x \\ \dot{x} = V_x \\ \dot{y} = V_y \end{cases}$$

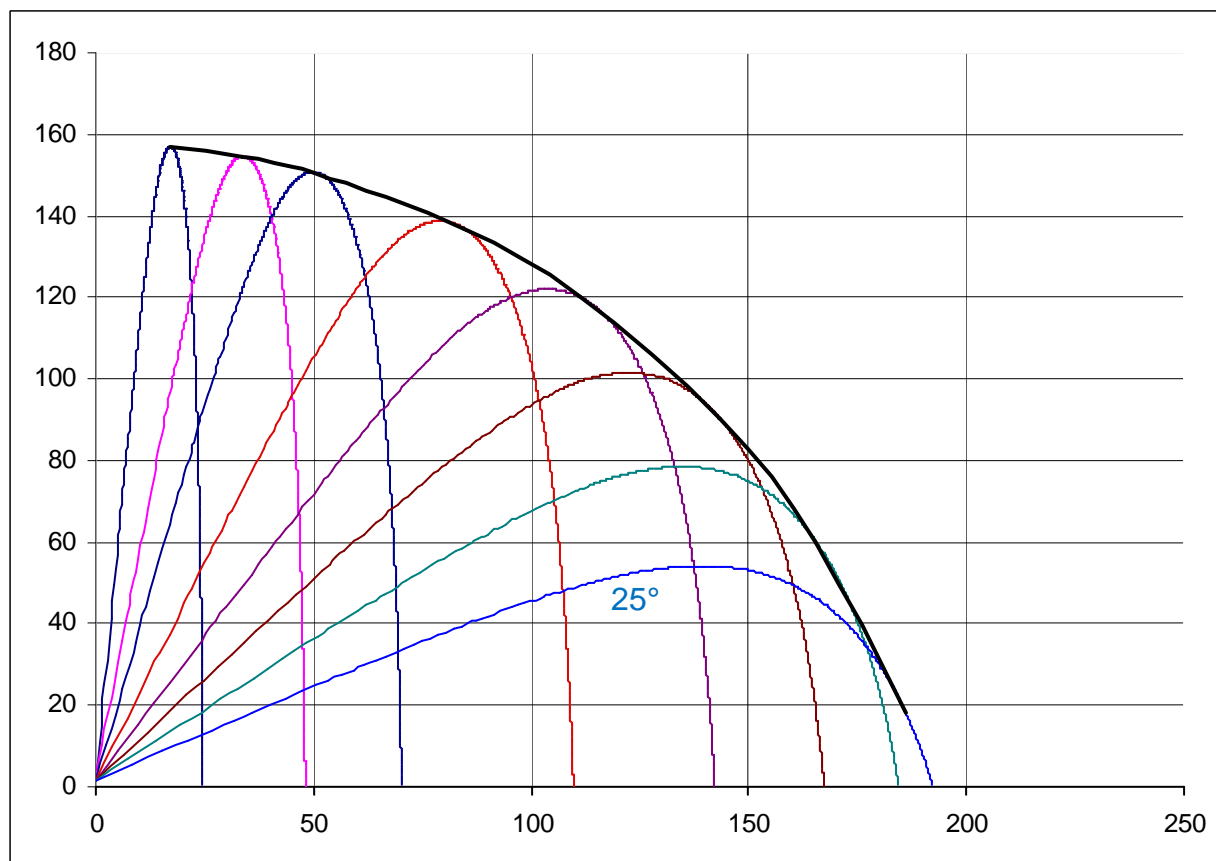
solvable pour méthode RUNGE-KUTTA

C.I. à  $t=0$

- $x=0$
- $y=h$
- $V_x = V_0 \cos \alpha_0$
- $V_y = -V_0 \sin \alpha_0$

# PARABOLE DE SECURITE

Le schéma ci-après représente ce qu'il est convenu d'appeler la "parabole de sécurité" pour du plomb diamètre 2,4 mm et une vitesse initiale de 400 m/s.



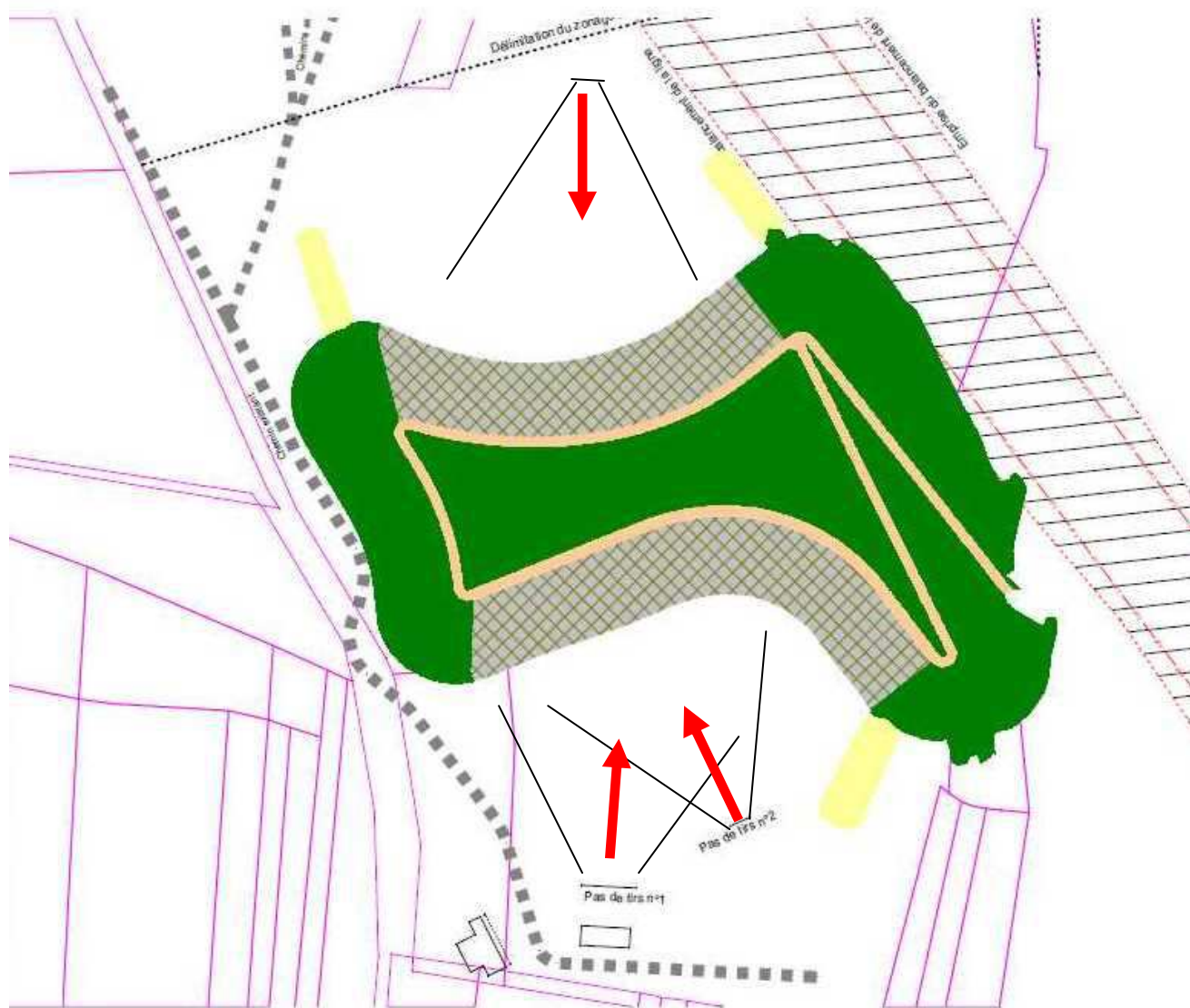
**Parabole de sécurité plomb 7½**

Les plateaux d'argile sont tirés à une distance du tireur de l'ordre de 30 m, laquelle est bien plus réduite que la portée des plombs. Il est aussi intéressant de constater que les plombs suivent une trajectoire pratiquement rectiligne sur leurs 50 premiers mètres.

# LE PROJET

Le projet est destiné à rénover l'actuel stand de ball-trap René Jaud de la Société Oyonnaxienne de Tir à SAMOGNAT (01). Le site date de 1964 et permet de pratiquer diverses disciplines dont la Fosse Olympique et la Fosse Universelle. Le club accueille régulièrement diverses compétitions locales ou régionales.

Le cœur du projet consiste en l'élévation d'une butte réceptacle de grande hauteur, laquelle est revêtue d'une bâche de récupération des plombs et entourée d'un système de caniveau pour récupération des grenailles de plomb et des eaux de ruissellement.

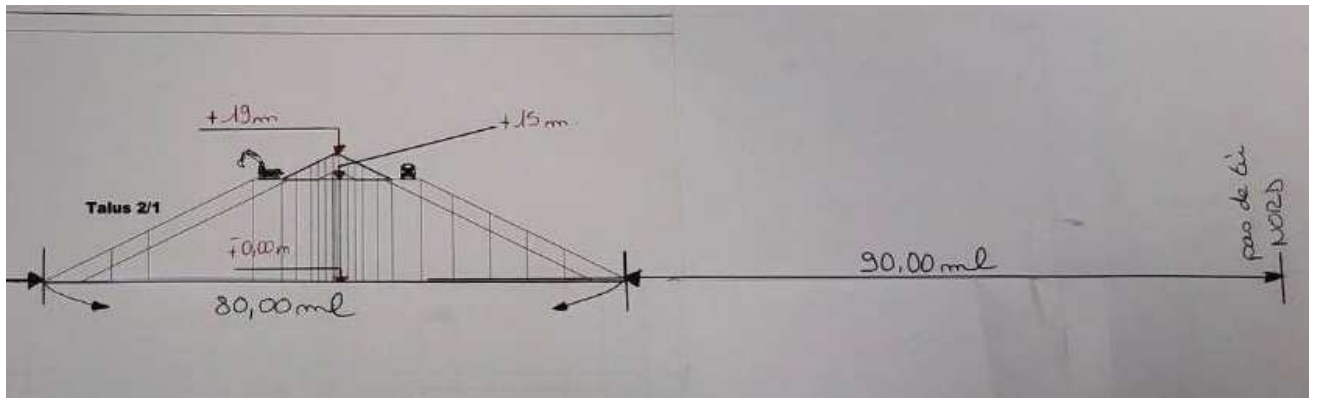
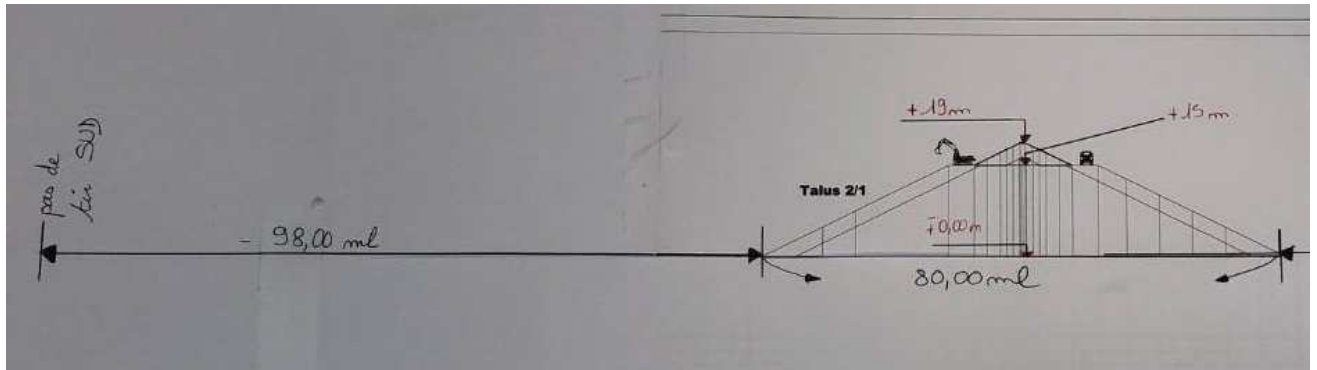


Représentation indicative des directions et angles de tir pour les pas de tir N° 1, 2 et 3



Au ball-trap une infinité d'orientations et d'inclinaisons du fusil sont possibles.

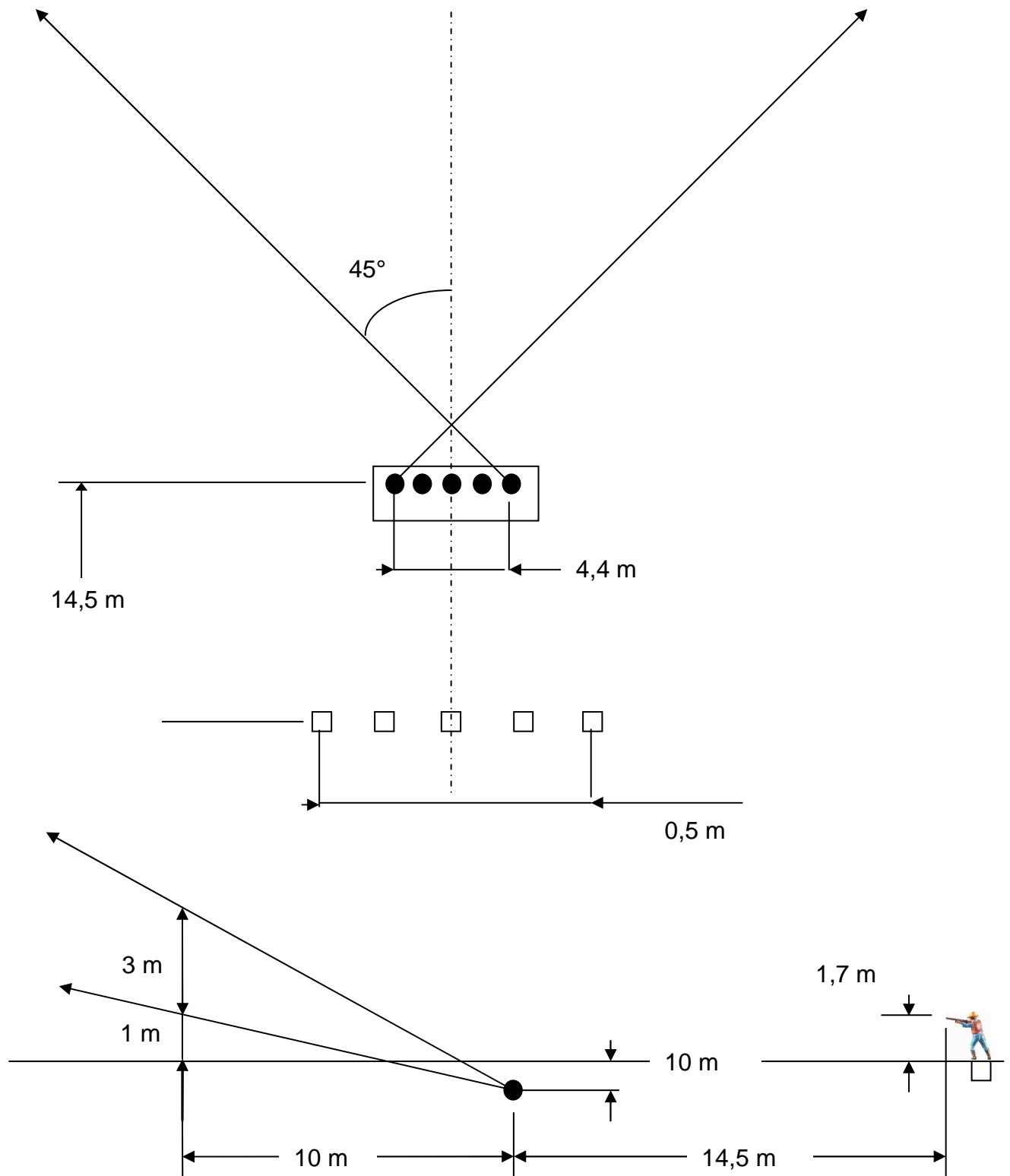
Les coupes ci-dessous sont assez représentatives du positionnement de la butte dans l'axe des tirs qu'ils viennent respectivement du Sud (pas de tir N° 1 et 2) ou du Nord (nouveau pas de tir N° 3).



Sur plan, la bêche de récupération prend en compte les plombs jusque 15 m d'altitude. Le relief continue ensuite en terre végétalisée jusqu'à une altitude de 19 m.

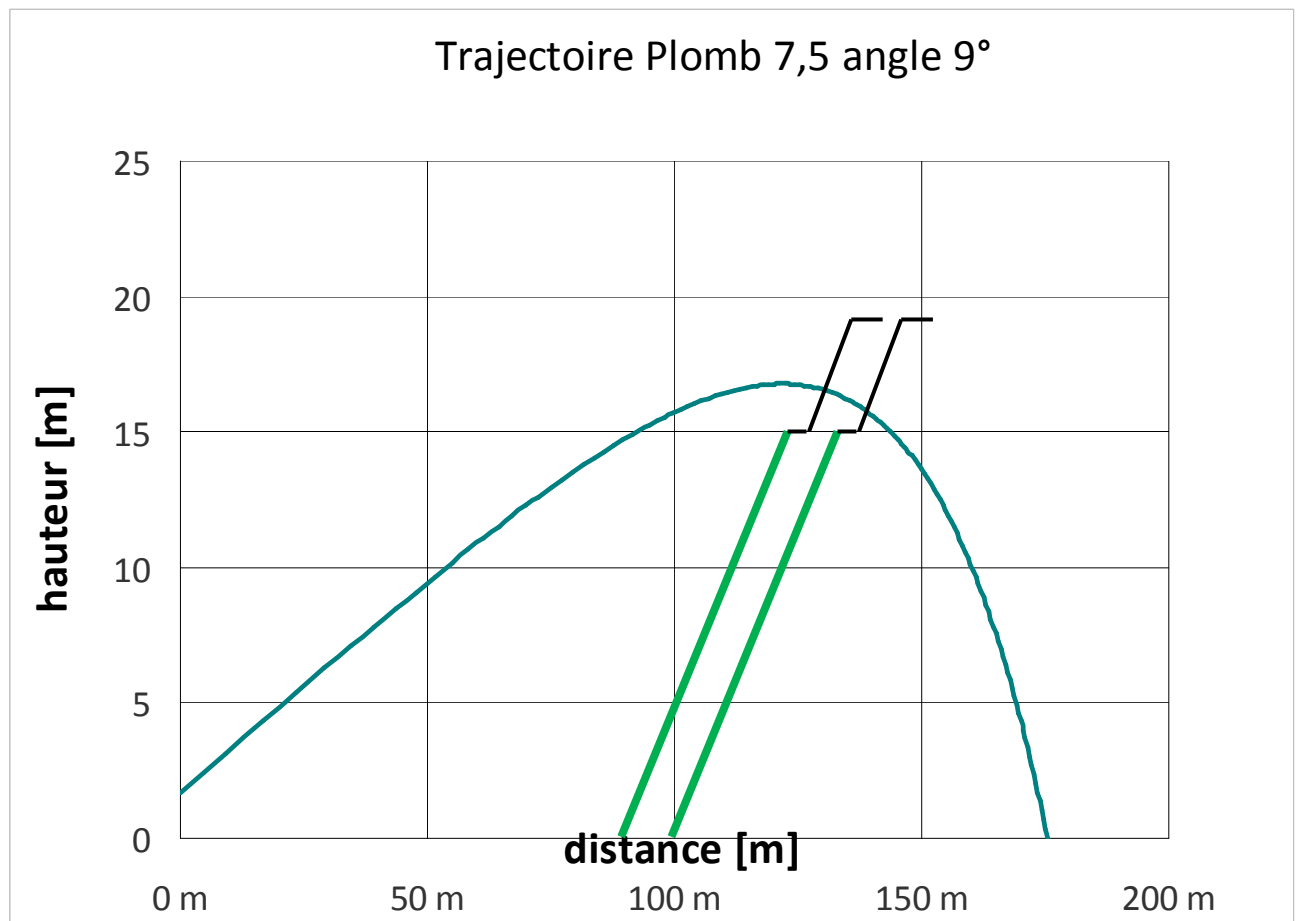
# RETOMBÉE ET RECUPERATION DES PLOMBS

## FOSSE UNIVERSELLE (PAS DE TIR N° 2 et 3)



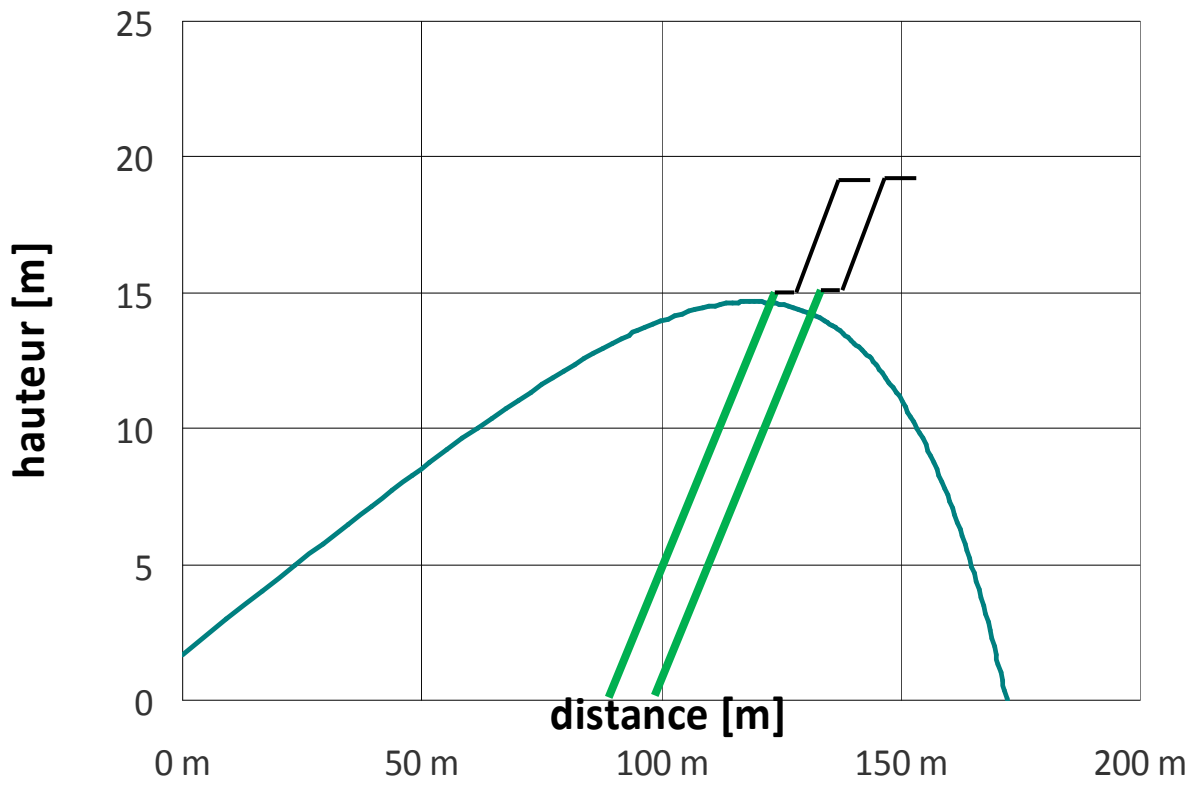
En simplifiant et tous calculs faits, sur des progressions des plateaux de 15,5 m au moment du tir, les tireurs sont amenés à faire de tirs sur un arc frontal de  $\pm 27^\circ$  environ selon une trajectoire montante comprise entre  $-1^\circ$  et  $10^\circ$  (en pratique entre  $0^\circ$  et  $9^\circ$ ).

Compte tenu de l'interposition d'une butte de tir d'altitude 19 m, on peut constater que les plombs seront toujours arrêtés par la butte.

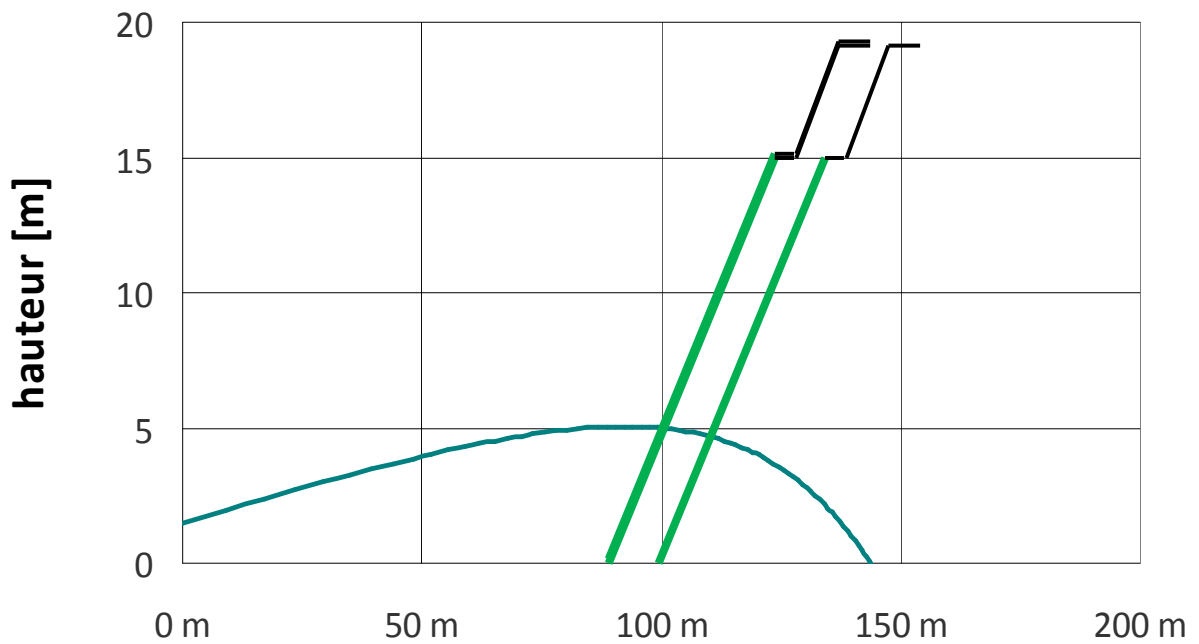


Qui plus est, dès que l'angle de tir sera inférieur à  $8^\circ$  (immense majorité des tirs), l'apogée ne dépasse pas 15 m. Ainsi les plombs seront pris en compte par la membrane géotextile conduisant à une récupération immédiate du plomb. Cela reste même vrai pour des tirs horizontaux compte tenu de la taille du tireur (schémas pour des angles de  $8^\circ$ ,  $3^\circ$ ,  $1^\circ$  et  $0^\circ$  en pages suivantes).

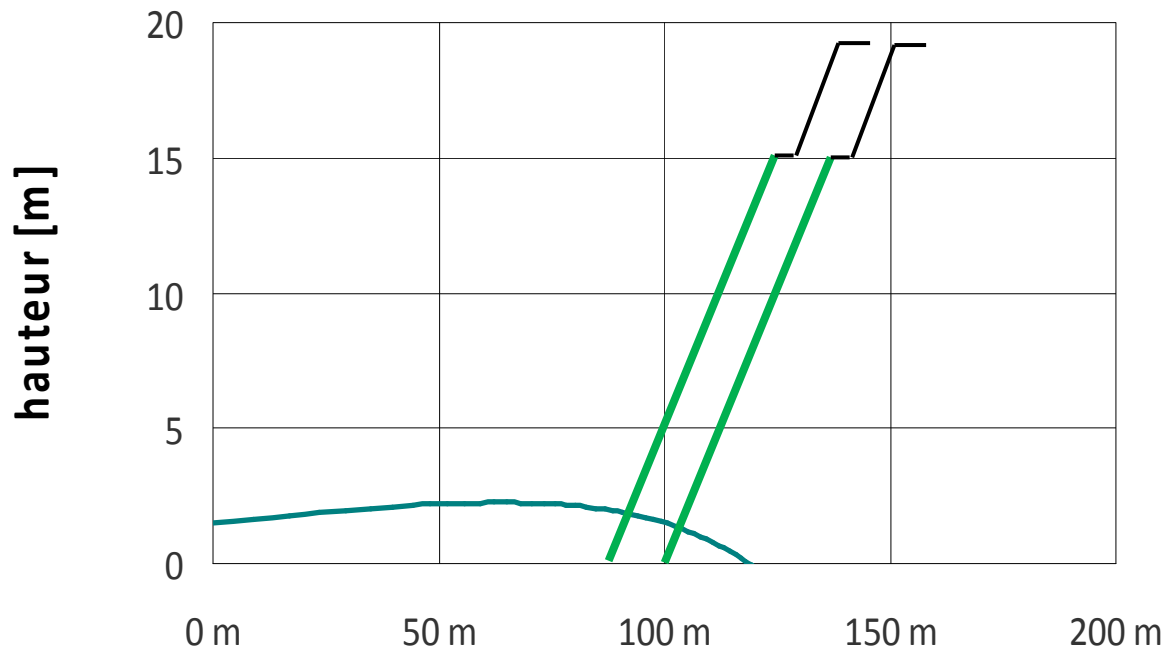
Trajectoire Plomb 7,5 angle 8°



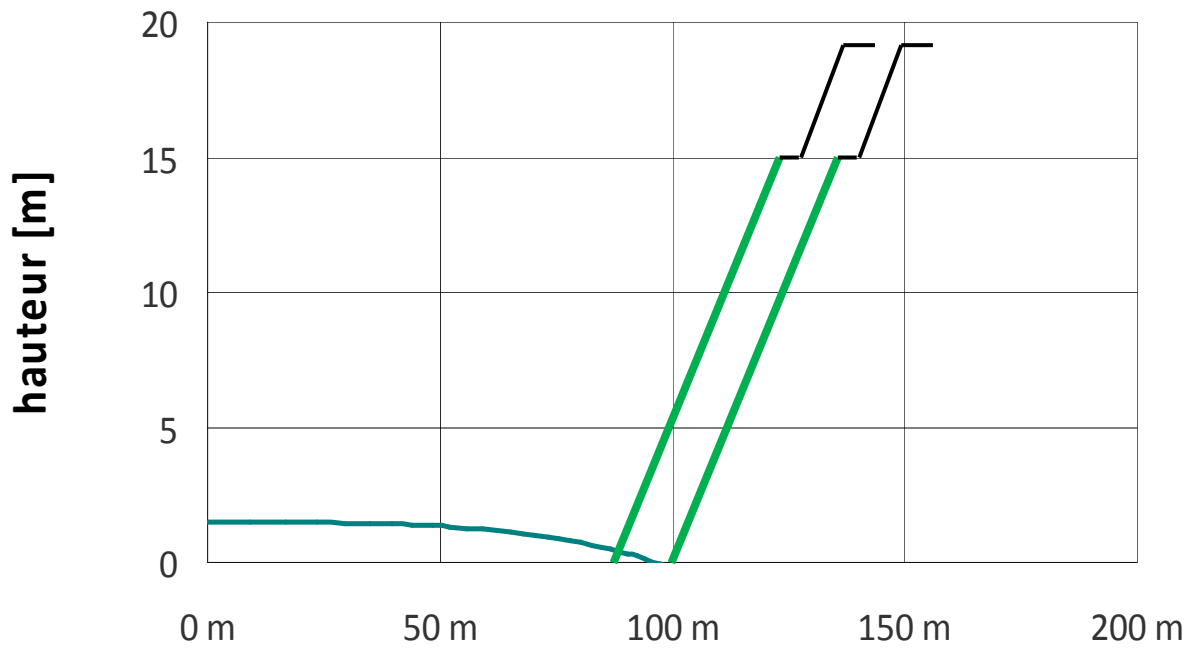
Trajectoire Plomb 7,5 angle 3°



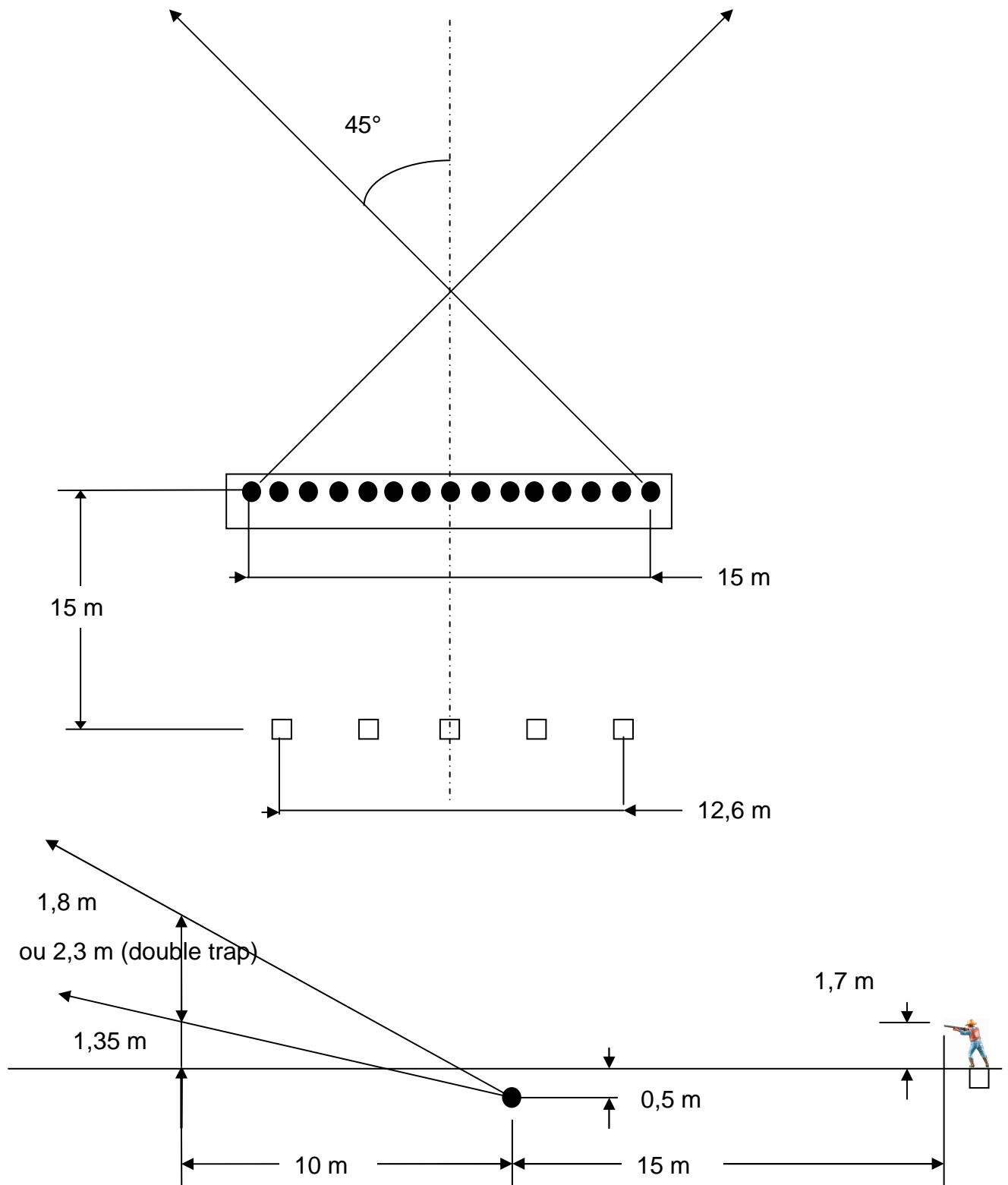
Trajectoire Plomb 7,5 angle 1°



Trajectoire Plomb 7,5 angle 0°



# FOSSE OLYMPIQUE (PAS DE TIR N° 1)



Les dimensions sont pratiquement les mêmes que pour la fosse universelle, avec principalement une réduction de la tolérance sur l'angle d'élévation pour le départ des plateaux.

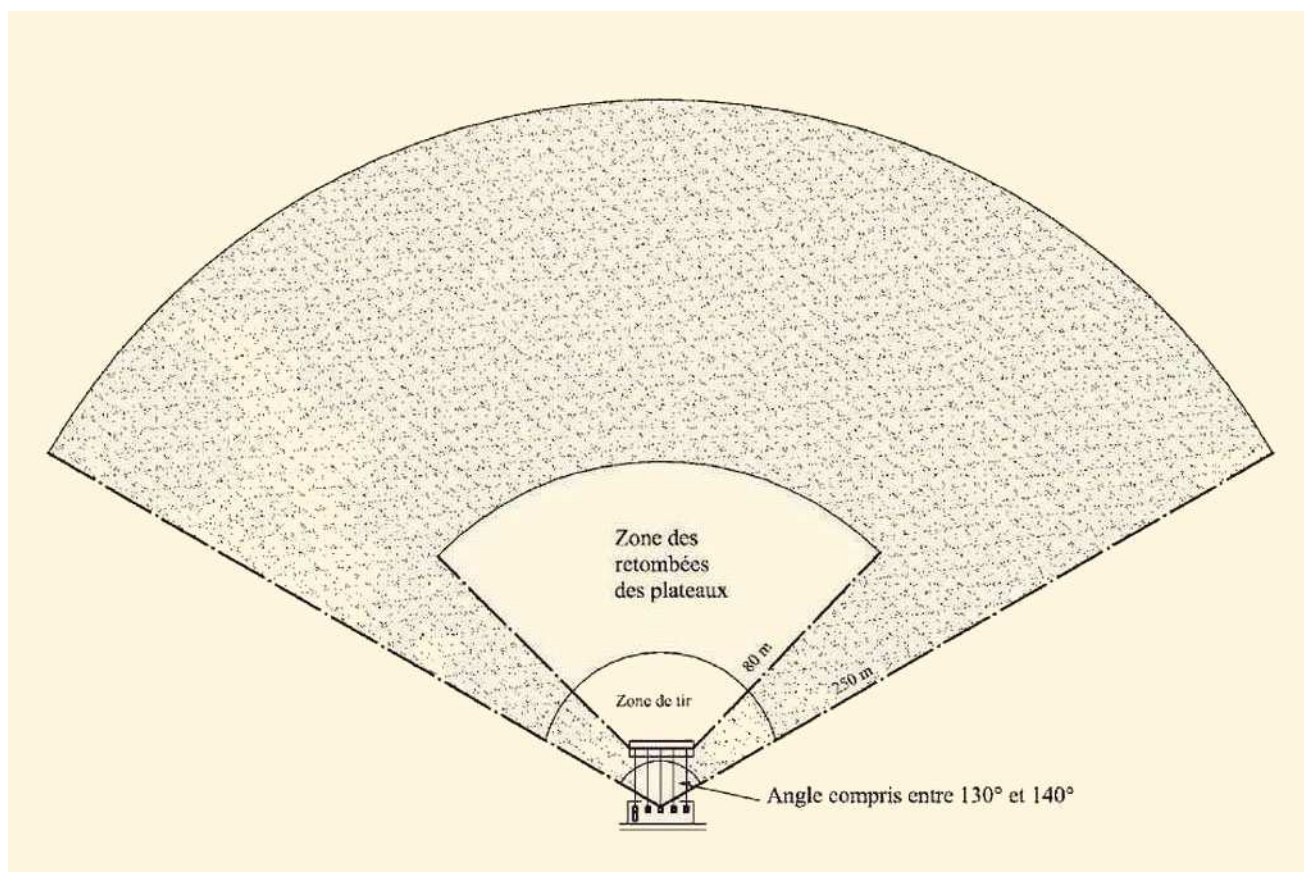
Tous calculs faits, les tirs seront montants avec des angles compris entre  $1^\circ$  et  $7,2^\circ$  par rapport à l'horizontale. Ces angles permettent de faire impacter l'ensemble des plombs sur la bêche de récupération.

## ZONES DE SECURITE

La sécurité balistique nécessite de prendre en compte :

- les tirs correctement dirigés (qui sont majoritaires et dont on cherche à récupérer les plombs),
- les tirs susceptibles de s'écarter par accident d'un tir correctement dirigé.

En l'absence d'obstacle et de relief, les documents de la FFTir proposent une zone de sécurité sur la base des 250 m du Code des Sports. Dans le même temps la FFTir reconnaît que cette distance pourrait être réduite à 200 m.



**Zone de sécurité de 250 m sur un arc de 130° à 140°**

## BUTTE

Quoi qu'il en soit, les buttes de tir de 19 m ne participent pas à la sécurité dans la mesure où les plombs peuvent les survoler dès qu'un tir dépasse 10° ou 11° d'élévation.

## INTERACTIONS ENTRE PAS DE TIR

Les pas de tir Nord et Sud sont séparés d'un peu plus de 250 m, en particulier avec le déplacement vers le Nord du pas de tir N° 3. Les tireurs du pas de tir Nord (N°3) ne peuvent mettre en danger les tireurs des pas de tir Sud (N° 1 et 2). De même les tireurs des pas de tir Sud ne peuvent mettre en danger les tireurs du pas de tir Nord.

Toutefois, le pas de tir N° 2 est dans la zone de sécurité du pas de tir N°1 telle que définie par le schéma présenté ci-avant. Ceci peut être traité par un obstacle d'une hauteur suffisante placé entre les deux pas de tir de sorte que le pas de tir N° 2 soit dans l' "ombre" de l'obstacle.

## LIGNE ELECTRIQUE A L'EST

La ligne électrique à l'Est du stand est dans la zone de sécurité théorique du pas de tir N° 1 telle que définie par le schéma présenté ci-avant. La distance n'est que d'environ 200 m. Mais ceci n'est pas une difficulté. L'altitude des fils électriques les met hors trajectoire avec des plombs dont l'énergie résiduelle est de toute façon nulle.

La ligne électrique à l'Est du stand est dans la zone de sécurité théorique des pas de tir N° 2 et N° 3 telle que définie par le schéma présenté ci-avant. Les distances sont plus courtes à environ 150 m et 120 m. Toutefois, à ces distances l'énergie résiduelle de chaque plomb est faible (typiquement 0,06 Joules), ce qui est très inférieur à l'énergie d'un grêlon. De plus, un éventuel impact arriverait sous une forte incidence.

Au-delà de cela, le stand avait été créé (1964) bien avant la codification actuelle des zones de sécurité (1990) et avec un pas de tir N° 3 bien plus mal orienté que dans le projet actuel. Ces 58 années de tirs continus ont de facto validé l'innocuité des plombs accidentels dirigés vers les lignes électriques.



# PARCELLE ET CHEMIN A L'OUEST

Les plombs des tirs accidentels les plus extrêmes peuvent, depuis n'importe quel pas de tir, atteindre et dépasser le chemin situé en limite de propriété à l'Ouest.

Nous avons été informés que le chemin en question n'est pas un chemin cadastré et qu'il est de toute façon consigné au moment des tirs. Derrière ce chemin se trouve une parcelle qui ne supporte aucune activité humaine ou d'élevage jusqu'à la limite de la zone de sécurité.

Il n'y a donc pas de problème a priori pour ce chemin et cette parcelle.

S'il devenait nécessaire un jour de permettre la circulation sur le chemin pendant les tirs, il serait possible de poser un bardage de protection le long de ce chemin. Un bardage simple peau acier du commerce basique en épaisseur 0,4 mm ferait l'affaire (formule de Krupp pour de l'acier à blindage).

# CONCLUSIONS

Sur la base des plans et des 2 coupes fournies, il nous est demandé de porter une appréciation balistique sur le projet de rénovation du stand de tir ball-trap de SAMOGNAT.

Les balistiques des plombs de ball-trap ont été calculées par éléments finis pour différentes élévations du fusil. Considérant des élévations qui ne dépassent pas  $10^\circ$ , les plombs ne passeront pas au-dessus la butte de 19 m. La grande majorité des tirs qui seront lâchés le seront à moins de  $8^\circ$  et verront leurs plombs stoppés par la membrane de récupération qui culmine à 15 m.

La butte de 19 m est donc dimensionnée pour intercepter les grenailles de plomb tirées sur le site dans des conditions normales de tir (en azimut et en élévation) et en récupérer une très grande proportion sur la membrane de récupération prévue à cet effet.

Avec les cartouches utilisées pour le ball-trap, la portée maximum en terrain plat est obtenue pour une élévation d'environ  $24^\circ$ . Elle ressort à 192 m pour un plomb standard et pourrait monter à 206 m avec des plombs qui seraient aux limites supérieures des plombs autorisés. Les variations de vitesse initiale ont une influence négligeable sur la portée maximale.

En l'absence d'obstacle et de relief, les documents de la FFTir proposent une zone de sécurité sur la base des 250 m du Code des Sports. Dans le même temps la FFTir reconnaît que cette distance pourrait être réduite à 200 m.

Dans le cas du projet, la butte de 19 m ne permet pas de réduire les zones de sécurités. Un tir accidentel à plus de  $11^\circ$  passera par dessus la butte. Par contre il est constaté que le déplacement du pas de tir N° 3 a permis de sortir ce pas de tir de la zone de sécurité des pas de tir N° 1 et 2 (et réciproquement).

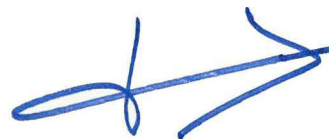
Le pas de tir N° 2 est dans la zone de sécurité du pas de tir N°1 et pourrait bénéficier de l'installation d'un obstacle placé entre les deux pas de tir (mur ou bardage de 3 m par exemple).

La ligne haute tension à l'Est du stand ressort sur le plan comme étant dans la zone de sécurité de chacun des pas de tir. Toutefois, il est noté que les lignes à haute tension se trouvent à une certaine altitude, ce qui est favorable. De même la légère rotation vers l'ouest du pas de tir N° 3 est également un élément favorable. Enfin, les énergies résiduelles d'éventuels plombs accidentels sont aux distances considérées très faibles, bien plus faible que celle de grêlons.

La parcelle à l'Ouest du stand et le chemin qui sépare cette parcelle du stand sont exposés aux plombs de tirs qui seraient mal orientés. Nous sommes informés que la parcelle est privée et ne supporte aucune activité humaine ou d'élevage. De même le chemin n'est pas cadastré et il est fermé à la circulation au moment des tirs.

S'il était besoin de sécuriser le chemin pour y autoriser le passage de personnes pendant les tirs, la pose d'un bardage suffirait à sécuriser l'endroit.

**Notre mission terminée, nous avons rédigé le présent rapport, pour le transmettre en Madame MERMET, Chef du projet Samognat chez FAMY TP.**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'P' followed by a horizontal line that ends in an arrowhead pointing to the right.

**Pierre LAURENT**  
**le 31 mai 2022**