

Artillerie

Cours élémentaire.
Aïe Is not Good for you



La guerre ... Gross Malheur !!!

Technique .



- Anatomie d'un canon
- Anatomie d'une culasse
- Anatomie d'un Extracteur – Ejecteur .
- Anatomie d'une munition .
- Le marquage des obus et des balles .
- Différence entre canons, obusiers et mortiers.
- Différence entre obus encartouchés ou pas
- Le Calibre
- Les rayures.
- Les canons courts et les canons longs .
- Le recul.
- Le Poids et la nature du Canon proprement dit .
- Lexique et équivalence de mesures .
- Effet des obus en fonction de leur angle d'incidence.
- Effet des obus en fonction de leur profondeur de pénétration.
- Effet des obus fusant en fonction de leur hauteur d'explosion.
- Incidents de tir

Qq paramètres physiques :



- Le coefficient de traînée aérodynamique.
- La densité de section.
- Le PBR et la Kill Zone.
- Coefficient balistique .
- L'effet du vent.



La Batterie .

- Mise en place d'une batterie.
- Organisation d'un plan de tir .
- La parabole de sureté .
- La dispersion des tirs .
- Observation des tirs .



Instruments de mesure et trajectoires :

- Les instruments de mesure de l'artilleur.
- Calcul de la vitesse d'une balle de fusil .
- Méthode de calcul des trajectoires
- Exemples chiffrés de calcul de trajectoires .
- Le tir à contrepente !



Artillerie française 2012 .

- Généralités
- 55 Auf 1
- Caesar



Lexique- Mesures

- **Acronyme.**
- **Lexique .**
- **Mesures et équivalence des mesures anglaises.**

Technique



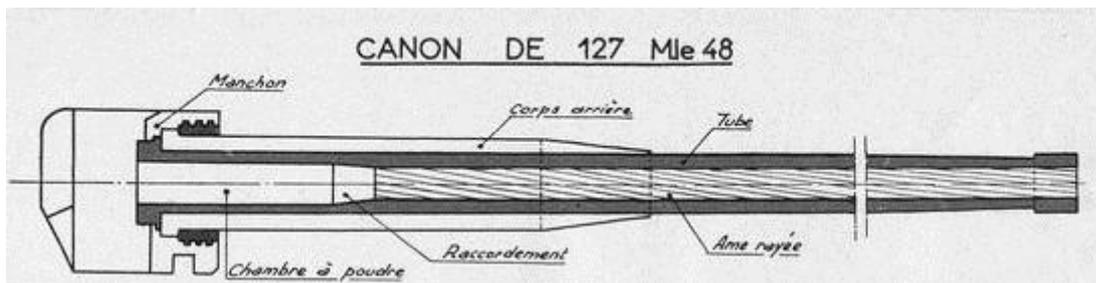
- Anatomie d'un canon
- Anatomie d'une culasse
- Anatomie d'un Extracteur – Ejecteur .
- Anatomie d'une munition .
- Le marquage des obus et des balles .
- Différence entre canons, obusiers et mortiers.
- Différence entre obus encartouchés ou pas
- Le Calibre
- Les rayures.
- Les canons courts et les canons longs .
- Le recul.
- Le Poids et la nature du Canon proprement dit .
- Lexique et équivalence de mesures .
- Effet des obus en fonction de leur angle d'incidence.
- Effet des obus en fonction de leur profondeur de pénétration.
- Effet des obus fusant en fonction de leur hauteur d'explosion.

Anatomie d'un canon .



L'anatomie d'un canon dépend pour beaucoup de son calibre ; un canon de « 20 », n'est pas du tout une miniature d'un canon de « 380 » ...

Pour commencer, un canon « standard », cad de calibre intermédiaire .



La chambre à poudre « encaisse » le choc de départ, un choc qui a lieu dans toutes les directions .

Toute l'âme est rayée .

Le diamètre intérieur de l'âme rayée s'appelle le "calibre" . Il est exprimé en millimètres.

La longueur de l'âme rayée s'exprime également en "calibre" .

Pour un canon de 127, l'âme rayée mesure 54 calibres, cad . $127 \text{ mm} \times 54 = 6,86 \text{ m}$.

Certains canons possèdent des couches distinctes soit internes, soit externes de telles façons qu'il soit possible de changer les unes sans devoir changer l'ensemble .

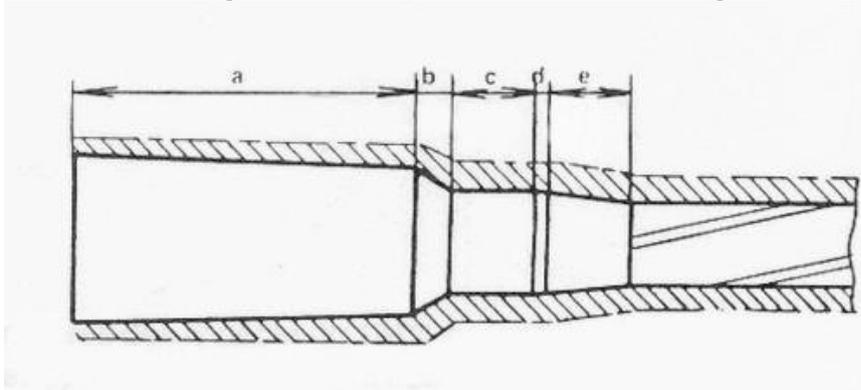
Usure des canons .

Par suite de la vitesse de l'obus à l'intérieur de l'âme et de la température élevée des gaz, un canon s'use assez vite.

L'usure apparaît sous deux formes :

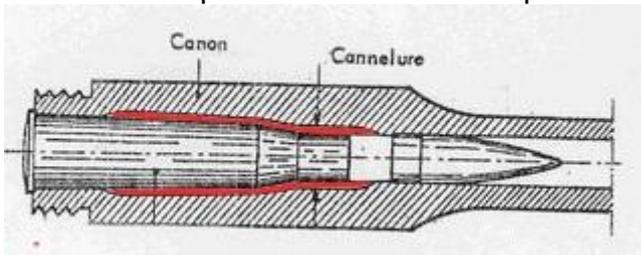
- L'usure mécanique est produite par le frottement du projectile et par l'action des gaz portés à très haute température (2500°). Les rayures s'effacent par creusement, et des fentes apparaissent dans le tube rayé.
- Le Bagage, c'est l'inverse : : des dépôts métalliques provenant des ceintures d'obus peuvent se déposer à l'intérieur du tube et provoquer ainsi une diminution du calibre.

Caractéristique d'une « chambre classique » :



- a: partie tronconique :
- b: **cône de raccordement**
- c: logement du collet
- d: logement de la sortie du collet
- e: **cône de forcement**

La plupart du temps la chambre est lisse mais elle est parfois pourvue de cannelures destinées à permettre une meilleure extraction de l'étui dans les armes à tir automatique, en effet avec ces cannelures, lors du tir, une partie des gaz passent le long des cannelures et décollent l'étui de la chambre, ce qui facilite grandement son extraction et qui réduit donc son temps d'extraction total ..



Anatomie de la Culasse .



La culasse est un organe mobile destiné à fermer l'arrière des canons.

Elle vient se placer dans la partie de la bouche à feu, appelée " manchon ou écrou de culasse.

La culasse porte l'appareil de percussion.

La culasse est également accompagnée d'appareils destinés d'un part à provoquer son ouverture et sa fermeture, et d'autre part des appareils d'extractions des douilles .

Les culasses doivent résister :

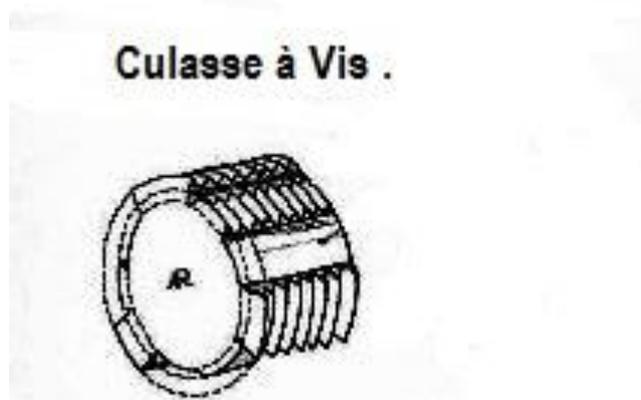
- au choc de départ (plusieurs milliers de Bar parfois ...).
- à la température des gaz qui peuvent s'élever à 2500°C.
- à la température de la pièce qui peut dépasser 100°C après un tir prolongé

Les culasses doivent aussi :

- avoir un mouvement d'ouverture et de fermeture aussi rapide que possible, de façon à avoir une bonne cadence de tir.
- être conçues pour que le démontage soit une opération simple car après chaque fin de tir, elles doivent être démontées et nettoyées..

Il existe 2 types de culasses :

- A coin :
- A vis :



Anatomie de l'Éjecteur – Extracteur .



Après le départ du coup, il faut enlever la douille de la chambre à poudre avant de pouvoir charger à nouveau la pièce.

Et ce n'est pas « évident » : la douille, par suite de l'action des gaz, adhère fortement aux parois de la chambre à poudre...

1° Opération : le décollage .

L'effort à produire peut être grand, l'appareil d'extraction doit agir avec force, donc lentement.

2° Opération : L'éjection :

La douille étant décollée de la chambre à poudre, il faut maintenant la projeter hors du canon et l'éjecter le plus vite et le plus loin possible sur l'arrière.

L'effort à fournir est relativement faible, mais la vitesse d'éjection doit être grande.

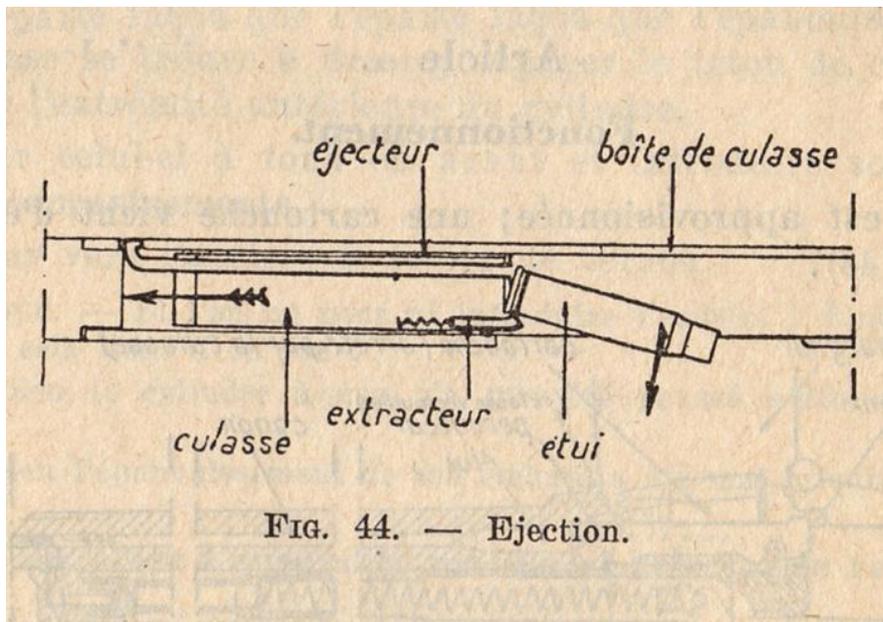


FIG. 44. — Ejection.



Éjecteur à g et extracteur à droite

Anatomie d'une munition .



Le nom d'une munition est souvent son calibre.

Mais 2 calibres équivalents n'impliquent pas que la munition soit semblable, loin de là...elles peuvent différer par leurs formes (cylindriques ou cylindro ogivales...), leurs longueurs et la nature de leurs poudres .

Mettre une cartouche à la place d'une autre peut être totalement impossible mécaniquement, ou générer des imprécisions de tir, voire détruire l'arme... et son servant par la même occasion

La puissance d'une arme est surtout liée à sa munition et n'a pas grand-chose à voir avec le calibre.

Le poids de la charge de poudre, le poids et la forme du projectile, sont des facteurs tout aussi importants sinon plus.

Les munitions sont généralement désignées par un chiffre correspondant au calibre du projectile .

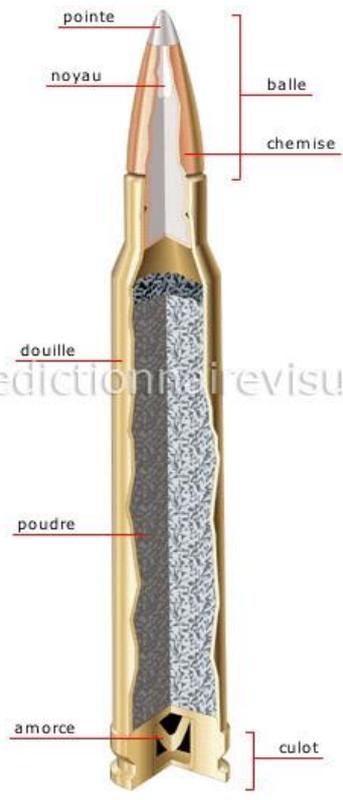
Un second système de notation plus rigoureux exprime le calibre et la longueur de l'étui, plus éventuellement quelques lettres établissant diverses caractéristiques.

Certaines munitions ont une dénomination assez biscornue qui ne correspond en rien à la réalité ; ex la « 30-30 »...

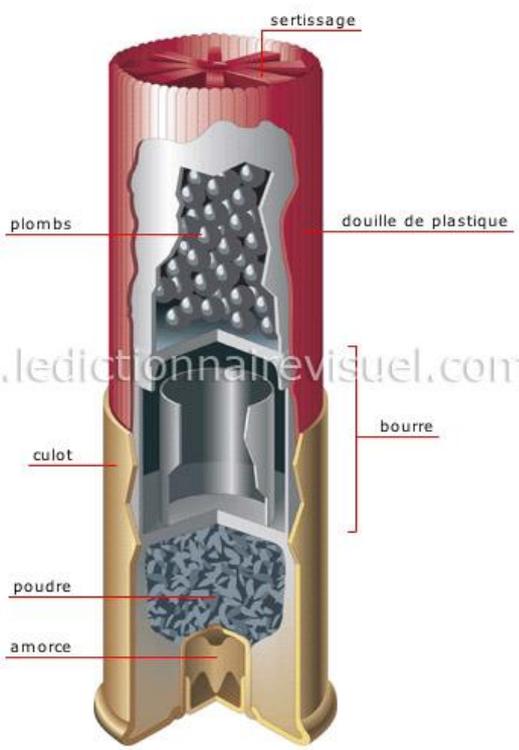
Son nom provient de son calibre de 0,30 pouce anglais et de sa charge propulsive de 30 grains de poudre noire (1,95 g)...bien que la .30-30 ne se charge qu'avec de la poudre sans fumée, et en aucun cas avec de la poudre noire....

Ordre de grandeur d'utilisation de l'énergie d'une balle :

- 45 % en énergie cinétique.
- 22 % pour l'échauffement du canon.
- 0,15 % pour le travail de recul.
- 0,1 % pour la rotation.
- 32 % perte à la bouche

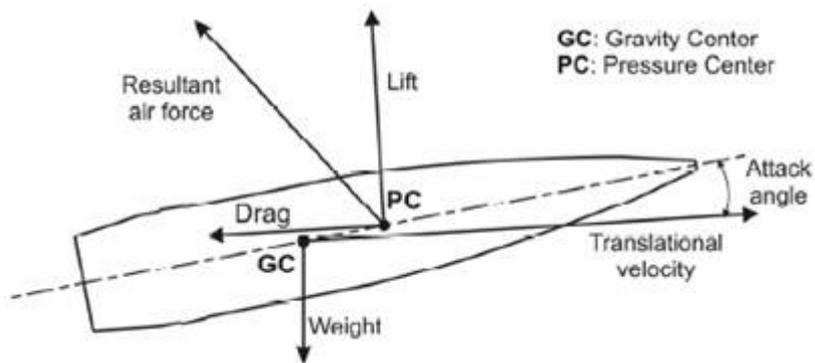
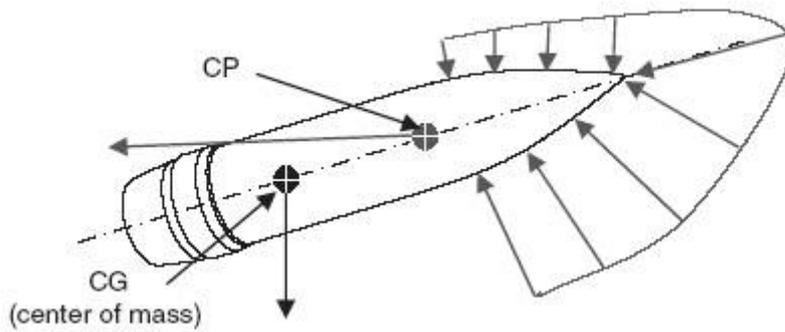


www.ledictionnairevisuel.com

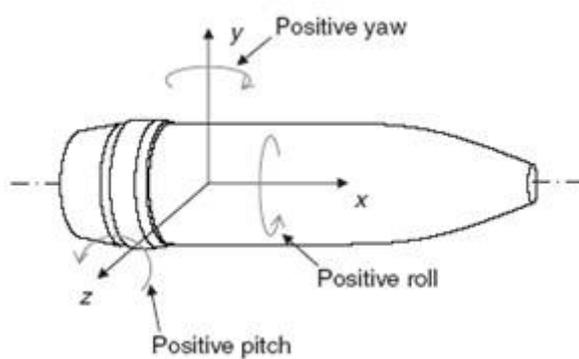


www.ledictionnairevisuel.com

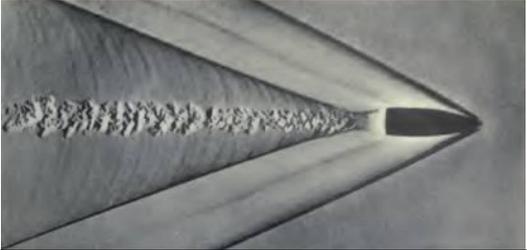
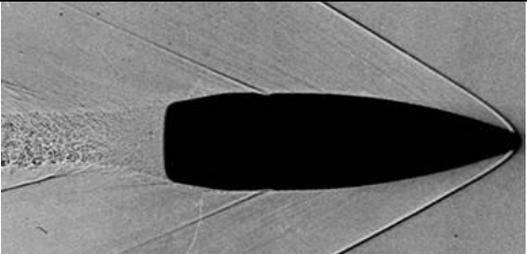
Le dessin d'un obus « convenable » est très compliqué .
 Il faut tenir compte de l'aérodynamisme ,et aussi du rapport des masses,
 la localisation du centre de pousse et du centre de dérive, etc



En plus, il faut penser que tout ça tourne, à des vitesses très différentes, des conséquences très différentes, mais sur les 3 axes ...

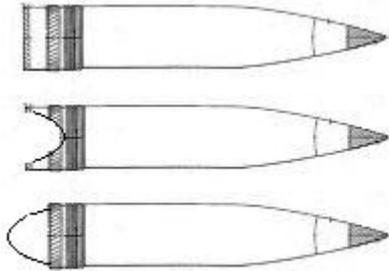


Aérodynamisme de la coiffe :

	<p>On voit sur cette photo d'un premier obus :</p> <ul style="list-style-type: none">a) Une importante onde de tête.b) Une petite onde secondaire de corps.c) Un important sillage
	<p>On voit sur cette photo d'un autre obus :</p> <ul style="list-style-type: none">a) une encoche à mi corps qui renforce l'onde de pression à mi corps ;b) par contre l'onde de sillage a fort diminué

Aérodynamisme du culot .

L'aérodynamisme du culot est important lui aussi ; il intervient dans la poussée (un culot creux accepte plus de pression au moment du tir), mais il intervient aussi dans la traînée (un culot bombé vers l'extérieur au contraire accepte moins de pression, mais cause par contre moins de traînée ...



Encore une fois, tout est une question de choix et donc de compromis .

Le marquage des obus et des caisses d'obus .

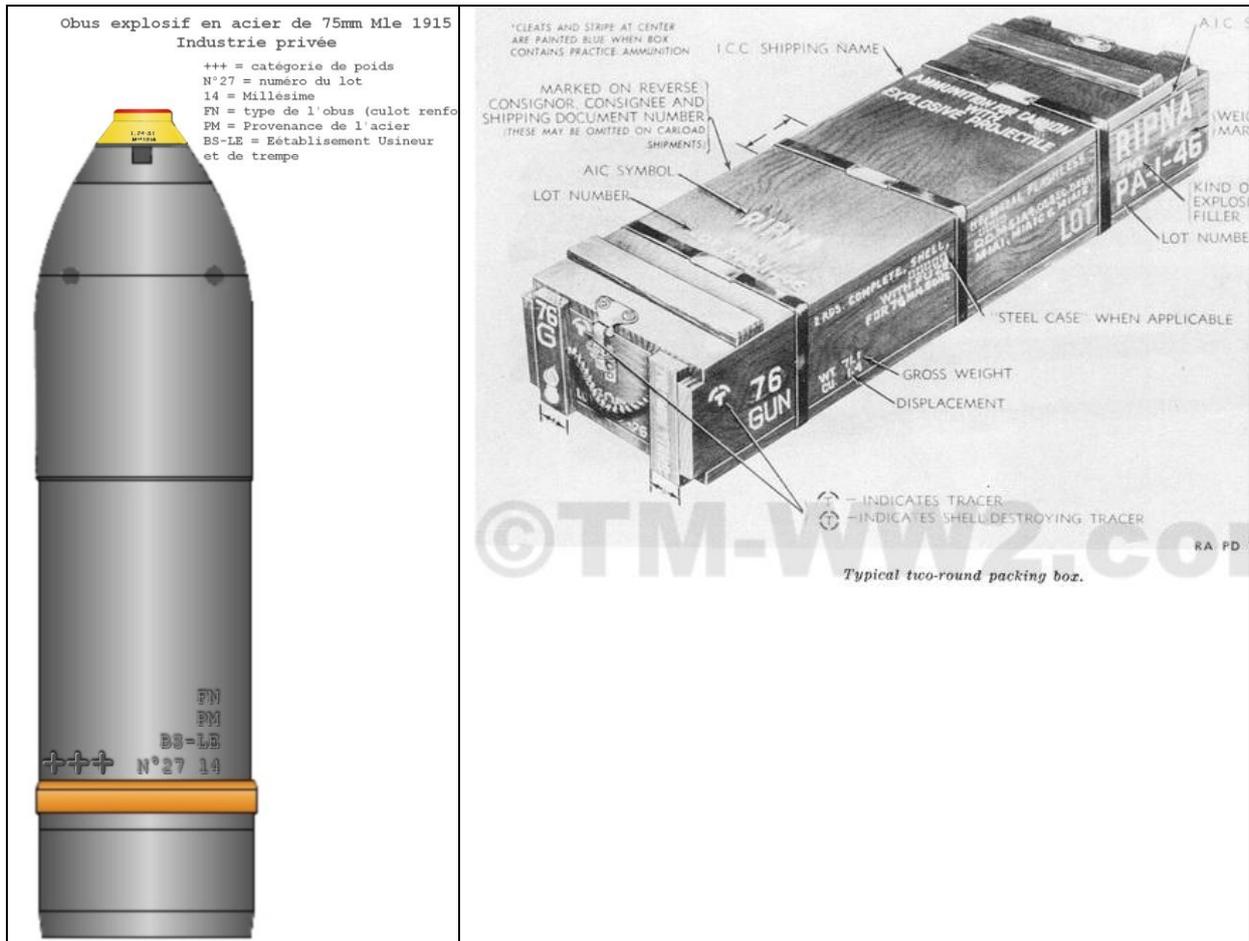


Les obus sont marqués...

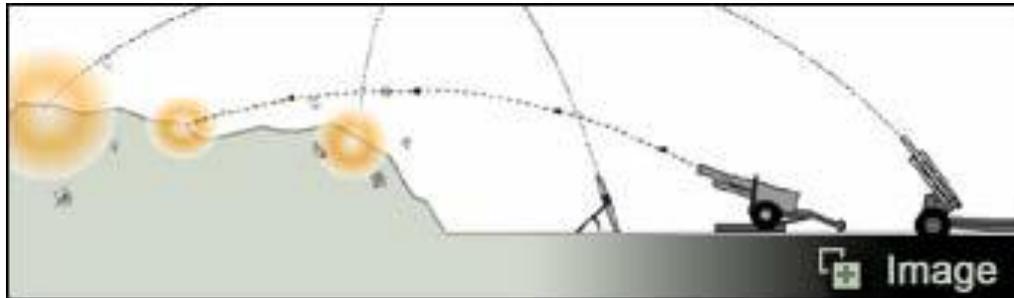
Mais ces marques ne servent à rien pour les paramètres de tir...

Ce sont des codes d'usine, d'année de fabrication, de lot, etc

il en va de même sur les caisses ,et sur les cartouches de fusil....

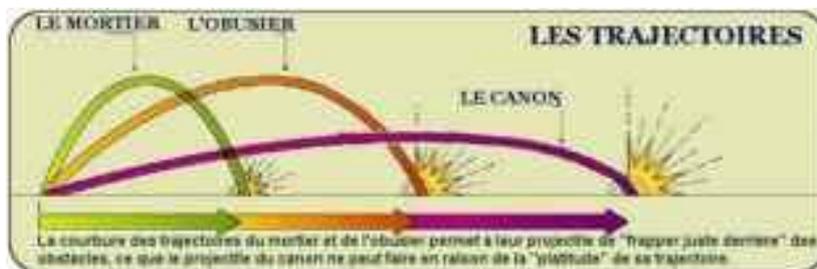


Différence : Canon - Obusier et Mortier



<p>Canon : (longs ou courts).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tir direct • Culasse mobile. • Initialement : Angle de tir : - de 45 ° • Depuis 1914 : Arme dont le rapport entre la longueur de la partie rayée du tube et de son calibre est supérieur à 20 (25 aux É.-U.).
<p>Obusier :</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tir parabolique . • Culasse mobile . • Chargement par la culasse. • Initialement : Angle de tir + de 45 ° • Depuis 1914 : Arme dont le rapport entre la longueur de la partie rayée du tube et de son calibre est en dessous de 20 (25 aux É.-U.).
<p>Mortier</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tir parabolique • Pas de culasse mobile. • Chargement par la gueule .

En pratique, les obusiers continuent à tirer à une inclinaison supérieure à 45 ° (tir en cloche) ; le tir tendu (moins de 45 °) n'est prévu que pour le cas où une batterie se trouverait confrontée à une attaque sur sa position. Quant aux canons, comme ils tirent normalement à longue portée, une inclinaison inférieure à 45 ° s'avère préférable. En effet, le tir tendu rend le temps de vol du projectile plus court et, par conséquent, réduit la dispersion.



Pour simplifier à outrance pour l'artillerie et les canons longs ou courts :

- a) avec un canon long: on vise, et on tire, sur un char ou un avion..
- b) avec un canon court, on calcule, on compense, on vise et on tire sur une position fixe ..
- c), le canon long c'est un super-fusil (tir direct)
- d) le canon court c'est un super-mortier.

L'obusier de 155 mm mod 1950

Les obusiers tendent à disparaître, vu que les canons peuvent maintenant tirer avec de hauts angles d'élévations .

Canon de 155 mm ABS modèle 50 (2)

CANON 155 mm ABS Mle 50
EMPLOI : ARTILLERIE
TYPE : 155 mm ABS
CONSTRUCTEUR :
CALIBRE : 155 mm
POIDS : 8 tonnes
LONGUEUR DU TUBE : 23 calibres
CHAMPS DE TIR VERTICAL : - 4° A
'+ 69°
DEBATTEMENT LATERAL : 82°
POIDS DE L'OBUS : 44 Kg
PORTEE : 17000 OU 23000 M
SUIVANT LA CHARGE
CADENCE DE TIR : 2 COUPS
MINUTE
LONGUEUR : 7,80 m
LARGEUR : 2,75 m
HAUTEUR : 2,50 m
PNEUMATIQUES :
EQUIPAGE : 8 HOMMES
TEMPS DE SERVICE : DE 1950 A FIN
DES ANNEES 1990 POUR LES
FORCES
D'OUTRE MER



On voit que le champ vertical de tir va jusque 69° ; il ne s'arrête donc pas à 45°, en effet il doit aussi tirer sur des reliefs

On voit que le débattement horizontal est de 82°, mais ce n'est pas tt à fait vrai : pour avoir 41° à gauche, il faut démonter une pièce ...

Le Mortier et son frère : le Spigot .

Un mortier est une bouche à feu tirant à inclinaison élevée (plus de 45°), pour effectuer des tirs indirects.

La trajectoire courbe, en forme de cloche, du projectile permet d'atteindre un objectif placé derrière un obstacle, qu'un canon ne permet pas d'engager car la trajectoire de son projectile est tendue.

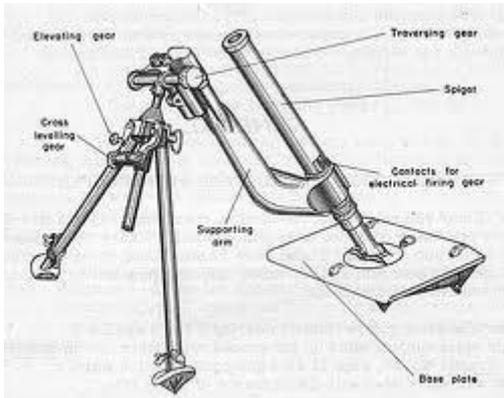
L'énergie produite par le recul est directement absorbée par le sol ou la plate-forme renforcée d'un véhicule.

L'arme a un tube court et généralement lisse, sans rayures.

Dans la plupart des cas, il est chargé par la bouche, la munition étant mise à feu en tombant sur un percuteur fixe. Cependant, les plus forts calibres et des canons plus longs ont parfois rendu nécessaire l'adoption du chargement par la culasse pour ce type d'arme, et donc l'emploi d'un mécanisme de percussion. Une autre variante peu utilisée du mortier est celle dite à spigot, où le projectile enveloppe le lanceur réduit alors à une simple tige guide.

Le spigot : le petit frère du mortier ...

Le spigot c'est en quelque sorte l'inverse du mortier : la munition fait office de tube ,et le tube fait office d'armement .



Cas exemplatif : le Hérisson anti sous marine la guerre « 40 ». ...



Le calibre .



Il existe plusieurs définitions pour le calibre :

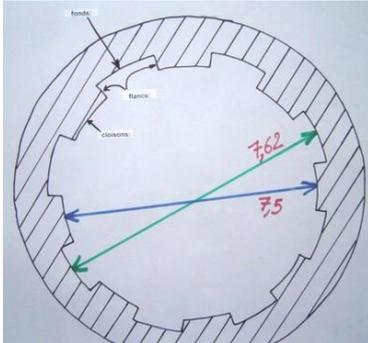
- a) la plus simple est le diamètre intérieur de son âme : : un calibre de 75 a une âme de 75 mm ...
- b) Mais on peut aussi faire un lien entre le calibre et la longueur du tube .
On peut par exemple dire qu'un canon de 100 a 70 calibres,
cad qu'il a un diamètre intérieur de 100 mm et un tube de 7 m de long.
- c) En parlant des fusils de chasse, c'est le nombre de balles contenues dans une livre anglaise de plomb.
Il y a bien évidemment d'autant plus de balles que le diamètre de cette balle est petit,
donc plus le chiffre est grand, plus le calibre est petit .
Un calibre 20 (20 balles dans une livre) et plus petit qu'un calibre 12 (12 balles dans une livre).

Le calibre chez les anglo saxons ...

Il existe deux façons de mesurer le « calibre » pour une même arme rayée.

Si le canon est rayé, on peut en effet mesurer deux « diamètres » légèrement différents : au fond (gorge-rayure) ou au sommet des rayures (crête –cloison).

En général les anglo-saxons mesurent leurs calibres de fond à fond, et les autres pays les mesurent de cloison à cloison.



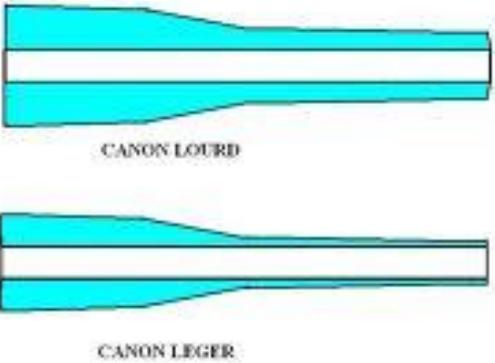
Dans cet exemple ,on trouve deux mesures :
le 7,62 mm US (calibre .30)
le 7,5 mm français.

Le poids et la nature du canon.



Le canon peut être fait en plusieurs alliages différents et peut être plus ou moins épais donc lourd ,ce qui a des conséquences sur sa vibration et sur sa dissipation de chaleur .

Il faut aussi tenir compte du revêtement ;certains revêtement sont plus "rêche" que d'autres et donnent plus de frottement ,ce qui réduit la vitesse du projectile dans le canon.

 <p>CANON LOURD</p> <p>CANON LEGER</p>	<p>Plus un canon est lourd, plus il est lourd à transporter</p> <p>Mais plus il est lourd, plus il est précis par réduction de sa vibration .</p>
--	--

Les canons courts et les canons longs .



Avantages-Inconvénients des canons courts ou longs

	Court	Long
Avantages	<p>Vitesse de départ moins élevée utile si le projectile est du genre « fragile » (obus explosif).</p> <p>Le fait que la vitesse de départ est faible, le recul est faible aussi ,donc le châssis encaisse beaucoup moins de choc .</p> <p>Le fait que la trajectoire est indirecte permet un tir « par-dessus l'obstacle » .</p>	<p>Vitesse plus élevée. Trajet plus court donc(en temps). Impact plus violent .</p> <p>Mais aussi :</p> <p>Plus grande portée aussi puisqu'on sait mettre plus de poudre, puisque la poudre a plus de temps pour libérer son gaz .</p> <p>Trajectoire plus plate ,cad beaucoup plus facile à calculer .</p>
Inconvénients	<p>Portée plus faible .courbe balistique vraie, il faut donc la calculer et pas se fier « au pif » .</p>	<p>Gros recul ,donc nécessite un châssis solide donc lourd, etc ...</p>
Utilisation idéale	<p>Tir explosif, shrapnel, éclairant, gaz ...</p>	<p>DCA (l'obus va vite). Combat antichar (l'obus reste en trajectoire horizontale très longtemps, donc il suffit de viser sans nécessairement « corriger »,et en, outre l'impact est très énergétique .</p>

Précision de tir et Canon long ou court?

Certaines affirmations fantaisistes ont la vie dure, en particulier celle disant que plus une arme a un canon long, plus elle est précise et plus la balle sort vite.

En fait, pour ce qui est de la précision, ce n'est pas tant la longueur, mais surtout la rigidité du canon qui compte, or à diamètre et calibre égal, plus un canon est long, moins il est rigide (c'est comme la « latte » qui se plie quand elle est en porte à faux sous l'effet de son propre poids) , si on veut que la latte soit plus rigide, elle doit être plus épaisse et donc plus lourde .

Un canon court et épais est généralement plus précis qu'un canon long et fin.

Qu'est ce qui fait vibrer le canon ?

Au départ du coup, le canon d'une arme à feu vibre à la manière d'une branche de diapason. Deux vibrations se superposent de manière simultanée :

Les vibrations sont provoquées par les gaz qui propulsent la balle et poussent de manière égale dans toutes les directions et provoquent donc une légère dilatation du canon qui parcourt celui-ci juste derrière le projectile.

Pour donner une image, très exagérée bien sûr, on pourrait comparer cela au cou de l'autruche qui avale un œuf.

Il faut tout faire pour avoir le moins de vibrations possible et pour qu'elles soient le plus régulières possible, autrement dit, il faut induire le moins de variations possible.

Qu'est-ce qui peut faire varier les vibrations ?

Pratiquement tout :

La variation de la charge de poudre.

La variation de la température du canon(et par dilatation, son diamètre donc)..

La manière dont est tenue l'arme.

Etc.

La vibration fondamentale : le boîtier de culasse, sur lequel est fixé le canon, n'est pratiquement pas perturbé et forme le nœud de la vibration. Le canon vibre en bloc et la bouche fouette sur 360 degrés, en décrivant un cercle, une ellipse ou une autre figure, pas forcément régulière.

La vibration secondaire : c'est une sinusoïdale qui forme une suite de nœuds et de ventres le long du canon.

Comment diminuer les vibrations d'un fusil ?

2 grandes possibilités, mais qui dépendent du concepteur de l'arme et non du tireur :

- a) séparer la chambre (où a lieu l'explosion de la charge qui rappelle le canon exerce une pression dans toutes les directions) et le canon (qui dans ce cas n'est plus soumis qu'à la seule poussée longitudinale des gaz).
- b) Mettre un contrepoids réglable sur le canon de telle façon que non seulement le canon vibre moins, mais aussi qu'il vibre de façon équivalente (moyennant un réglage de ce contrepoids) quand on change de modèle de munition

Un « bricolage » (mais fortement déconseillé aux « bricoleux »...) consiste aussi à raccourcir petit à petit le canon de telle façon que la sinusoïdale atteigne un nœud à la sortie de la bouche.

Mais comme il est fort probable que le concepteur de l'arme y ait pensé déjà « à l'usine » ...

Canon long ou court ?

Un canon long permet de mieux exploiter la détente due à l'explosion de la charge qui propulse l'obus. On obtient donc une vitesse d'obus plus élevée.

Cela offre plusieurs avantages:

- une plus grande vitesse.
- une plus grande portée
- une meilleure pénétration pour les obus perforants.
- une trajectoire plus plate, qui permet de tirer en tir tendu.
- un temps de trajet plus court, surtout utile pour les canons de DCA ; il faut en effet près de 4 secondes pour toucher un avion volant à 3000m.....

Un canon court tire à une moindre vitesse initiale.

Les avantages sont un moindre recul, donc pas la peine d'une super tourelle ni d'un obus super solide: pour tirer un obus explosif, par exemple, il vaut mieux un canon court (puisque l'obus explosif n'aime pas fort les gros chocs de départ...).

Donc première règle (non absolue, mais de bon sens) ::

Un obus rigide antichar, c'est un canon long qui lui faut .

Un obus explosif, ,c'est un canon court qui lui faut

Les pistolets et fusils : que choisir : : canon court ou long ?

Bilan de la question :

- a) Un projectile plus rapide a une trajectoire plus tendue, or plus le canon est long plus le projectile est rapide .
- b) Mais plus le projectile est rapide, plus l'imprécision de départ due au recul est grande .
- c) Et si le projectile est trop rapide, il commence à générer des problèmes de stabilité intrinsèque quand il flirte avec la vitesse du son via la « trainée ».
- d) Et si pour avoir cette vitesse rapide, il faut un canon plus long, se souvenir que plus un canon est long, plus il vibre, donc plus il entraîne une instabilité de sa bouche à feu

On en revient à la situation de départ : le compromis :...

**Le meilleur tir n'est pas une question d'arme, ni une question de munition ;
le meilleur tir est obtenu par le meilleur choix possible de l'arme ET de la munition !!!.**

Quelques cas :

Le calibre « 22 » :

Une cartouche de 22 LR contient très peu de poudre.
Celle-ci est complètement brûlée quand la balle a parcouru environ 35 cm.
Après environ 50 cm de parcours, la vitesse de la balle diminue dans le canon.

Munition « magnum » .

Les munitions « magnum » sont à poudre lente .
Si le canon est vraiment très court, ,tout le gaz ne se sera pas libéré quand le projectile sera sorti du canon,et ce gaz résiduel va se dissiper dans l'athmosphère,bien éclairer le tireur,et réduire la portée et la puissance à l'impact .

Canons trop courts et Canons trop longs .

Canon trop court :

Pour une cartouche donnée, si le canon est trop court pour le volume de poudre contenu dans l'étui, la vitesse maximale possible ne peut être atteinte (il y aura toujours une poussée résiduelle des gaz une fois le projectile sorti du tube, mais ce sera très momentané et peu important ; l'essentiel va se dissiper dans l'air, et en plus éclairer comme en plein jour le poste de tir ...).

Canon trop long

Si le canon est trop long, la balle atteint sa vitesse maximale à l'intérieur du tube et poursuit sa course par inertie, tout en étant perturbée par les vibrations du canon .

Par exemple un canon de 60 cm sur une carabine de 22LR est inutilement long (une cartouche de 22LR atteint sa vitesse maximum dans un canon après environ 30 cm).

En résumé, et en caricaturant un petit peu :

- **Un canon court et épais est généralement plus précis qu'un canon long et fin.**
- **Il y a un projectile idéal avec une charge idéale pour tout canon .**
- **Il y aura de toutes façons des inconvénients et des inexactitudes , le meilleur choix est toujours le meilleur compromis .**
- **Si l'utilisateur ne change jamais de munition ni de pièce , il finit par « sentir » les erreurs ,et il pourra les corriger empiriquement, et inversement le changement permanent de charges, de munitions, de pièces, conduit à des inexactitudes permanentes .**

Les rayures .



Le rainurage désigne le processus de fabrication de rainures hélicoïdales par l'alésage du canon d'une arme à feu.

Ces rayures font tourner le projectile sur lui-même autour de son axe longitudinal, cette rotation permettant la stabilisation gyroscopique et améliorant du même coup sa stabilité aérodynamique et sa précision.

Les rayures sont décrites par leur vitesse angulaire, souvent exprimée grâce au « taux de rotation » qui est la distance que le projectile doit parcourir pour achever un tour complet, par exemple « 1 tour en 10 pouces » (1:10 pouces) ou « 1 tour en 30 cm » (1:30 cm). Une distance plus courte indique un taux de rotation plus rapide, ce qui signifie que, pour une vitesse linéaire donnée, le projectile aura une vitesse de rotation sur lui-même supérieure.

La masse, la longueur et la forme d'un projectile déterminent le taux de rotation nécessaire à sa stabilisation - les canons destinés à des projectiles courts et de gros diamètres comme des balles de plomb sphériques ont des rayures au taux de rotation faible, par exemple 1 tour en 48 pouces (122 cm).

Les canons destinés à tirer des balles longues de petit calibre ont des taux de rotation d'au moins un tour en 8 pouces (20 cm).

Les projectiles très longs, tels que les obus flèches, peuvent requérir des taux de rotation démesurément élevés car ils doivent être extrêmement stables. Ils sont souvent tirés d'un canon lisse, et mis en rotation par d'autres moyens que grâce à des rayures.

Rayures, Effet Magnus,

Plan de Tir et Dérivation .



Le plan de tir est le plan vertical qui coupe longitudinalement la pièce d'artillerie .
Théoriquement l'obus doit rester dans ce plan, en réalité il s'en écarte vu son mouvement giratoire et l'effet Magnus .

Les rayures .

Le mouvement giratoire est dû au rayage de la pièce .
La plupart des pièces sont rayées à droite et donc la plupart du temps les obus sont déviés à droite du plan de tir .

- L'effet Magnus :

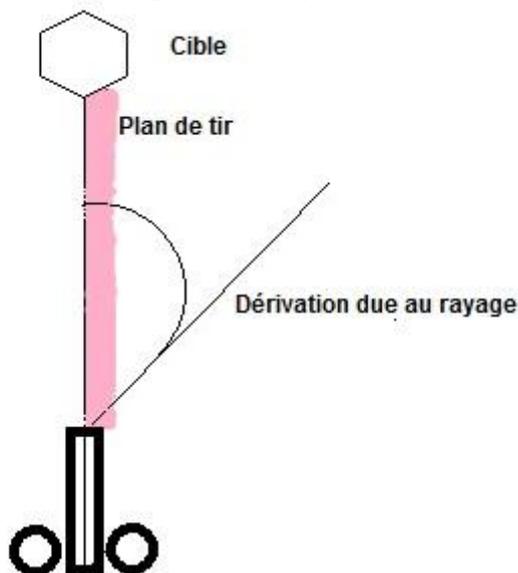
Lorsqu'un corps en rotation se déplace dans un flux d'air, sa surface entraîne les particules d'air de manière dissymétrique :

- a) d'un côté la vitesse de rotation de la balle est de même sens que celle des particules d'air et les accélère, ce qui entraîne une diminution de pression.
- b) de l'autre côté, la vitesse de rotation de la surface est de sens opposé aux particules d'air et les ralentit, ce qui entraîne une augmentation de pression .

Cette différence de pression sur les côtés opposés a pour résultante une force qui dévie la trajectoire de la balle.

Dans le cas d'un projectile stabilisé par rotation, l'effet Magnus déviara sa trajectoire du côté opposé à son sens de rotation.

La dérivation est l'angle entre la pièce, le plan de tir et la position réelle de l'obus .

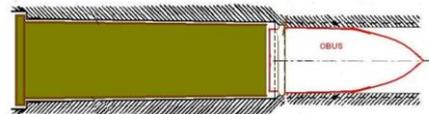


Obus encartouché ou pas ?

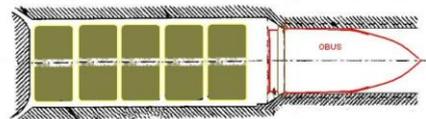


Un obus encartouché est un obus où la charge explosive est unique et mise « en vrac » et le projectile proprement dit sont contenus dans la même enveloppe.

Ceci facilite bien évidemment le tir, mais ça a comme principal inconvénient d'empêcher de modifier la charge propulsive ... Et nous verrons que c'est fort ennuyeux ...



Un obus semi encartouché est un obus dans lequel dès l'usine, la charge est mise non en vrac, mais en gargousses, et où il est possible d'ouvrir l'obus et de retirer une ou plusieurs gargousses.



Le recul :



Il n'y a que dans les films où un coup de fusil de chasse propulse sa cible trois mètres en arrière ; une arme dont la munition développerait une telle quantité de mouvement ferait subir le même sort au tireur, en effet, la quantité de mouvement de la balle partant dans un sens correspond, à la quantité de mouvement à la réception, suivant l'équation : $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$ où m_1 et v_1 sont la masse et la vitesse de la balle, m_2 v_2 celles de l'arme.

Comme l'arme est nettement plus lourde que la balle, l'arme acquiert une vitesse beaucoup plus faible de recul .

Plus l'arme est lourde, plus son recul est faible donc.

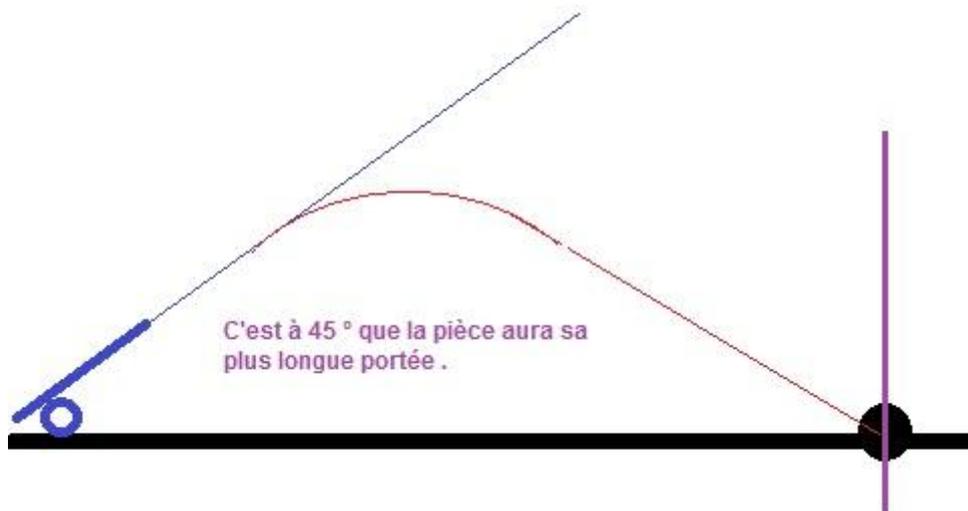
Si le tireur épaulé correctement, il ajoute son poids à celui de son arme, et le recul devient très faible...

Lorsque l'on tire au canon, si brusquement le recul est énorme (voire dévastateur), il faut envisager un problème de freinage du tube, lequel peut avoir pour cause :

- a) Fuite du liquide.
- b) Ébullition du liquide en cas de tir prolongé ou très rapide .

Obus percutants et obus fusants .

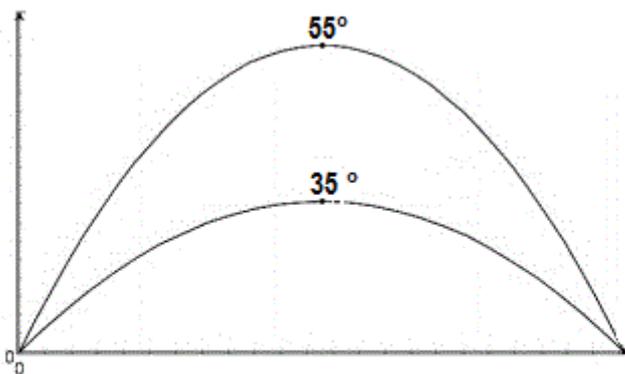
L'angle de tir et la portée de l'obus percutant...



Si on va au-delà de 45° l'obus va monter plus haut, mais tomber plus court .

En conclusion, tout point peut être atteint de 2 façons :

- Soit avec une pièce pointée en dessous de 45° ...et on parle alors de « **tir plongeant** » .
- Soit avec une pièce pointée au dessus de 45° ... et on parle alors de « **tir vertical** » .

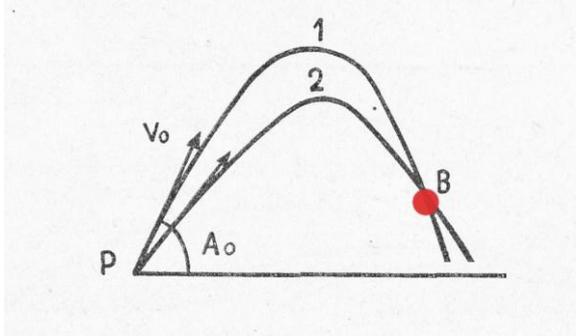


Dans le vide, les portées sont les mêmes pour 2 angles symétriques par rapport à 45° (dans le cas ici : 35° et 55°).

L'angle de tir et la portée de l'obus fusant .

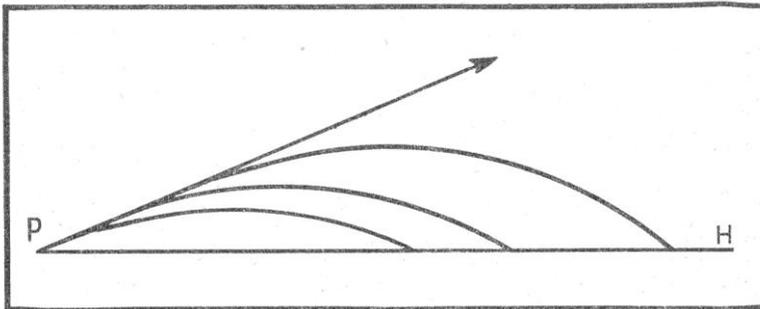
Ce qui est vrai pour l'obus percutant reste vrai pour l'obus fusant :

Tout point peut être atteint par deux angles de trajectoires différents , et si l'obus explose au même endroit, les éclats par contre partiront dans une direction plus privilégiée que l'autre en fonction de son angle de chute à ce moment .



Variation de la vitesse initiale et portée de l'obus percutant.

Plus vous mettez de charge explosive, plus l'obus va vite ,haut et loin, ca tombe sous le sens .



Élévation variable et délai d'évent pour les obus fusants .

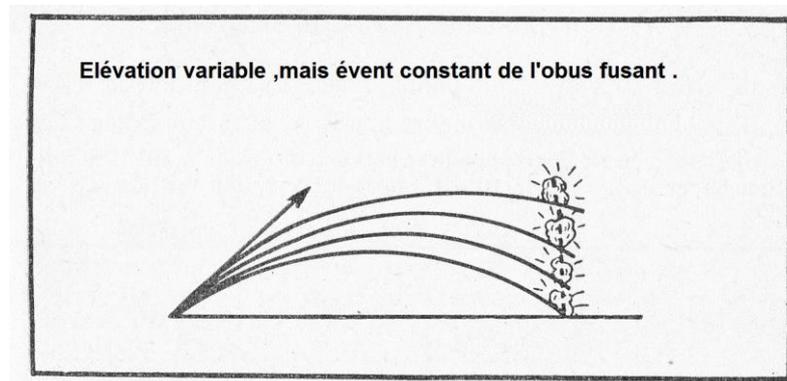
Le délai d'évent c'est le délais qui sépare le tir réel de l'explosion .

Le délai d'évent se règle avant le tir par une manipulation sur la « fusée » de l'obus .

Nous avons vu que jusque 45° d'élévation, plus on s'élève et plus la trajectoire est longue .

Théoriquement (et dans la réalité c'est ainsi, mais c'est tellement petit que ça n'a aucune incidence réelle) ,plus la trajectoire est longue, plus on arrive vite à la limite du temps impartit et plus « loin » l'obus doit exploser.

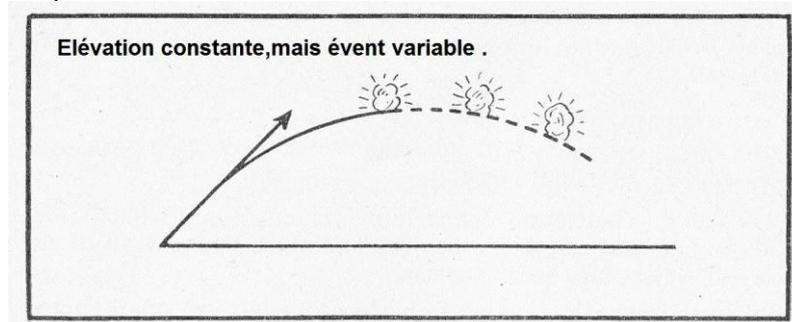
Mais l'obus est tellement rapide et la différence de distance des diverses trajectoires étant si petite, on a pratiquement une droite verticale (et non en biais) des explosions .



Élévation constante et délais variable dans l'évent pour les obus fusants .

Le délai d'évent c'est le délais qui sépare le tir réel de l'explosion .

Si on change le délais d'évent, il est clair que l'on va changer aussi la distance à laquelle l'explosion aura lieu

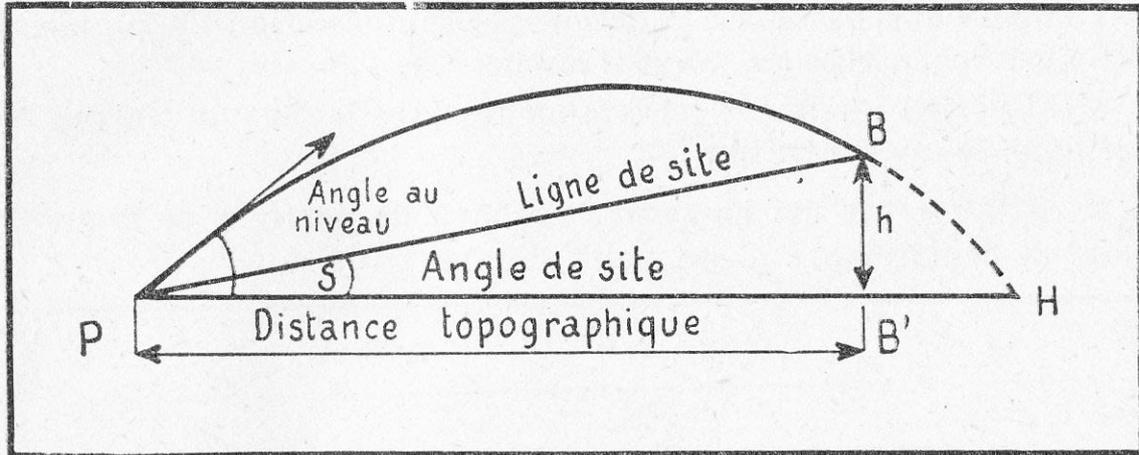


Les obus qui percent :

L'angle de niveau est l'angle d'élevation du canon pour le trajet réel parabolique de l'obus .

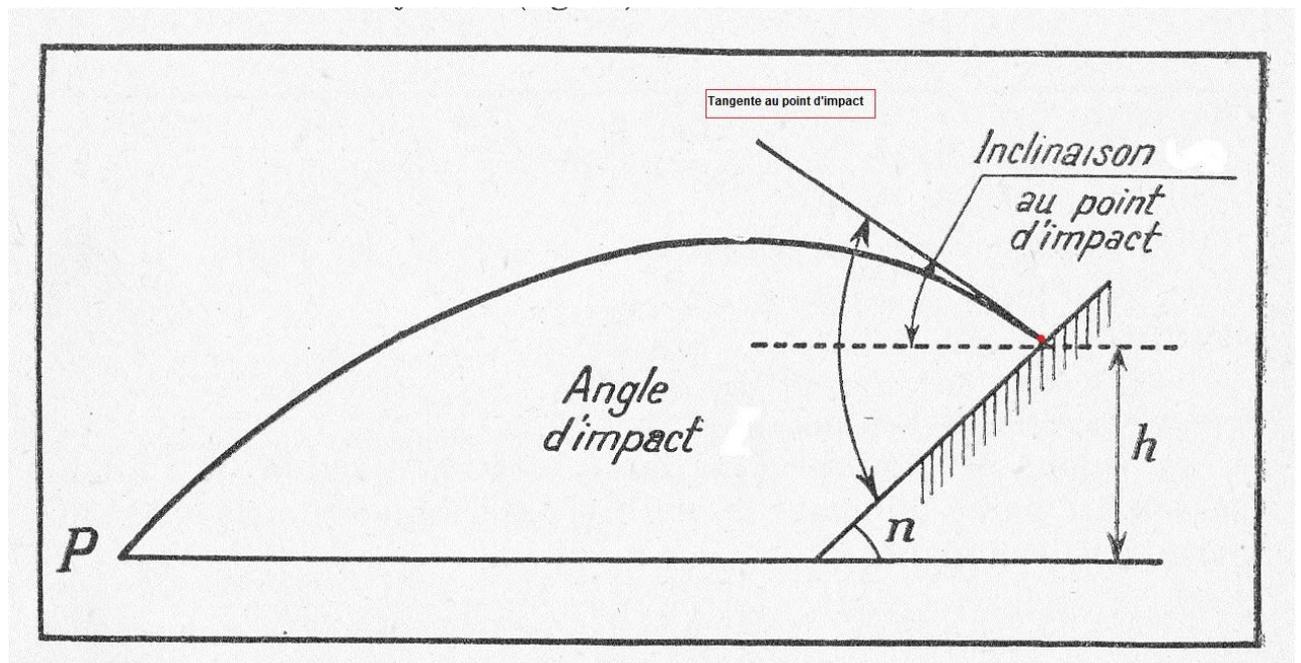
L'angle de site est l'angle théorique pour pouvoir atteindre un point de la parabole à une distance appelée distance topographique (généralement la cible) .

Le dénivelé est la différence de hauteur entre la pièce et le point B (généralement la cible) .



L'inclinaison au point d'impact est l'angle entre la tangente à la parabole au point d'impact et l'horizontale .

L'angle d'impact est l'angle que fait la parabole avec le terrain réel .



Les obus « fusants » (les obus « qui éclatent.... ») .



Pour toucher une cible, les obus doivent éclater « avant » la cible (et non à la verticale de celle-ci, puisque les éclats continuent à voler dans le sens de la trajectoire).

	<p>La hauteur angulaire d'éclatement est l'angle entre la pièce et la cible d'une part et entre la pièce et le point d'éclatement d'autre part .</p>
	<p>La hauteur métrique d'éclatement est la hauteur relative entre la hauteur du point d'éclatement et la hauteur de la cible .</p>

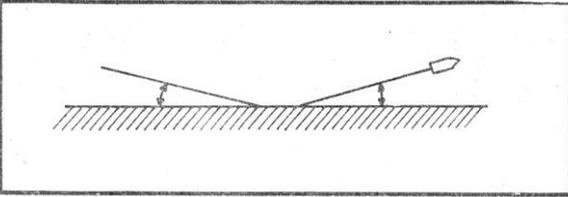
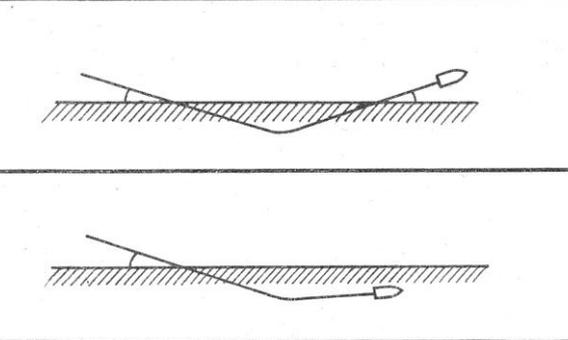
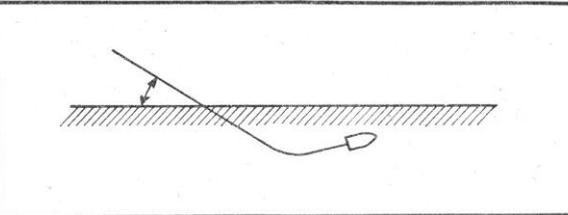
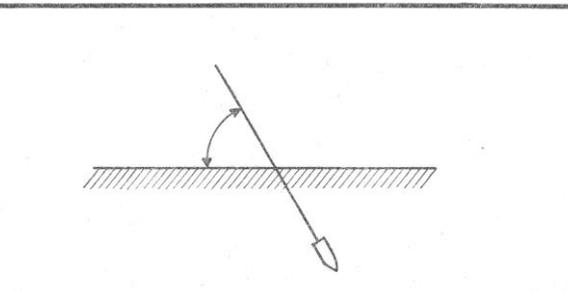
La hauteur type est la hauteur d'éclatement qui correspond au maximum de l'effet de l'obus .

Remarque : Tous les obus fusant ne fusent pas ; si ils touchent quelque chose « avant d'éclater », il s percutent

Effets des projectiles en fonction du tir .

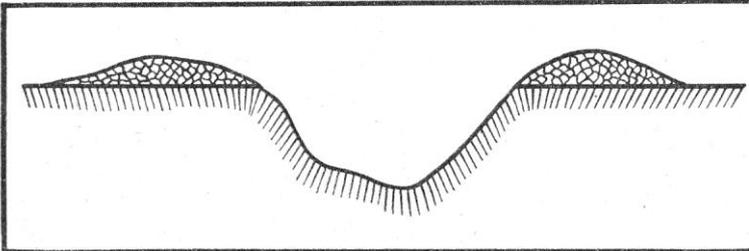


Comportement de l'obus percutant en fonction de....
son angle d'incidence à l'impact .

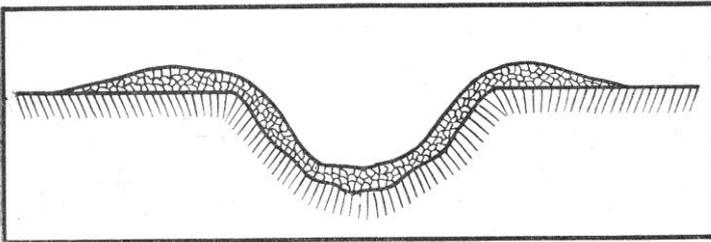
- de 15 °		
- de 25 °		
- de 40 °		
+ de 40 °		

**Comportement de l'obus percutant en fonction de...
sa profondeur de pénétration .**

**Pénétration à moins de 4
longueurs de projectile.**



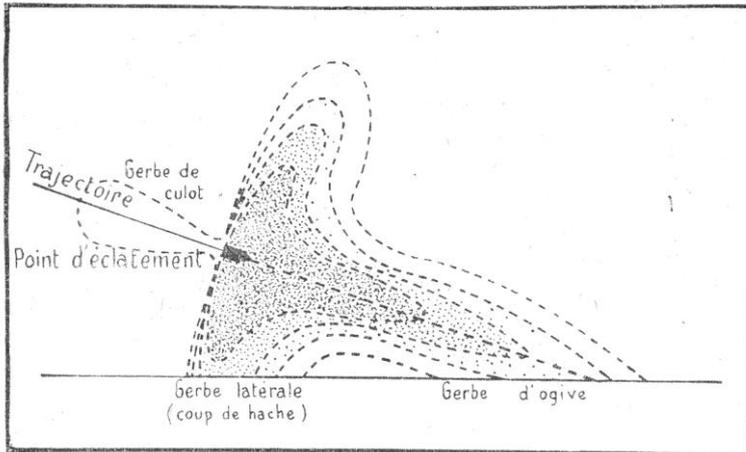
**Pénétration à plus de 4
longueurs de projectile .**



Comportement de l'obus fusant en fonction de ... Sa hauteur d'explosion .

Il va y avoir 3 gerbes distinctes d'éclats :

- La gerbe d'ogive (importante car plus « pénétrante »).
- La gerbe de culot (résiduelle).
- La gerbe périphérique (importante car plus « étendue »).



Pour qu'un obus fusant soit efficace,

il doit exploser entre 10 et 30 mètres du sol .

Si l'explosion a lieu à basse altitude et avec un angle de moins de 45° , on verra sur le sol un « coup de hache » .

Si l'explosion a lieu à haute

altitude ou avec un angle de plus de 45° on verra une pluie d'éclats sans direction bien nette .

Comment se passent « en réalité » les tirs fusants ?

L'obus fusant a deux possibilités : soit il explose en vol ,soit il n'explose pas en vol pour une raison ou une autre : soit qu'il ait un « raté »,soit qu'il rencontre le sol avant le délais imparti par la fusée .

On défini les tirs fusants de la façon suivante :

- Une grande partie fusant : « tir à hauteur plus un écart probable » .
- 50-50 de fusants : « tir à hauteur nulle ».
- Une petite partie fusant : « tir à hauteur moins un écart probable ».

Quelques incidents de tir : :

Affouillement .

L'affouillement, aussi appelée « le coup de chalumeau » est une dégradation du tube assez proche de la chambre .

La chambre est soumise à des contraintes énormes (3.000 bars,5000 degrés),et supporte très mal toute contrainte supplémentaire .

Si un minuscule morceau de métal s'encastre dans une rainure,il va modifier localement les contraintes à chaque tir .

Finalement il va survenir un point de faiblesse qui peut aller jusqu'à la rupture du tube !

Recul violent lors du tir

3 possibilités :

- surpression (défaut de la charge propulsive)
- manque d'huile dans le frein de tir ou huile dégradée par exemple par un tir trop, intense
- détérioration du frein de bouche

Gonflement du tube

2 possibilités :

- le projectile à explosé dans le tube (défaut de la munition)
- faiblesse du tube à cette endroit

Rupture de la douille

Défaut de fabrication de la douille.

Quelques paramètres physiques.

▪



- Coefficient de trainée aérodynamique.
- La densité de section.
- PBR
- Déflexion due au vent .

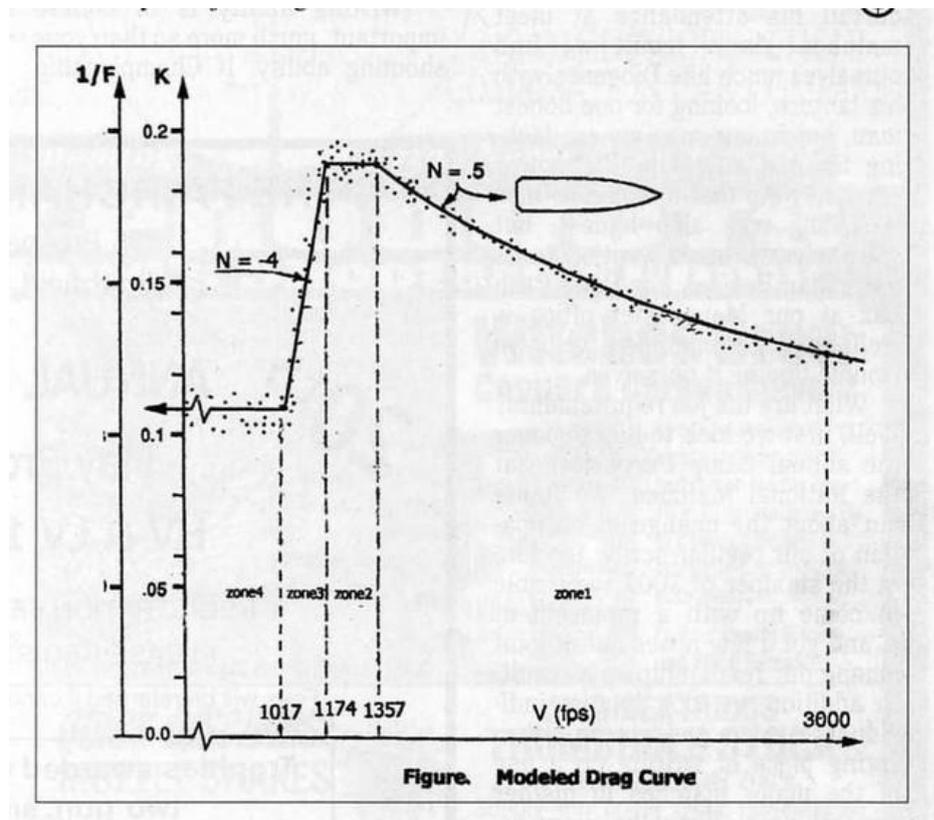
Le Coefficient de traînée aérodynamique



La traînée aérodynamique, c'est une des forces exercée par l'air sur le projectile et qui s'oppose à son mouvement.

Cette traînée s'exprime par un coefficient ; plus celui-ci est élevé (traînée importante), plus la balle va ralentir sur sa trajectoire.

Ceci n'est pas très important à courte distance, mais devient beaucoup plus important à longue distance, car moins le projectile va vite, et plus il est sensible au vent ...



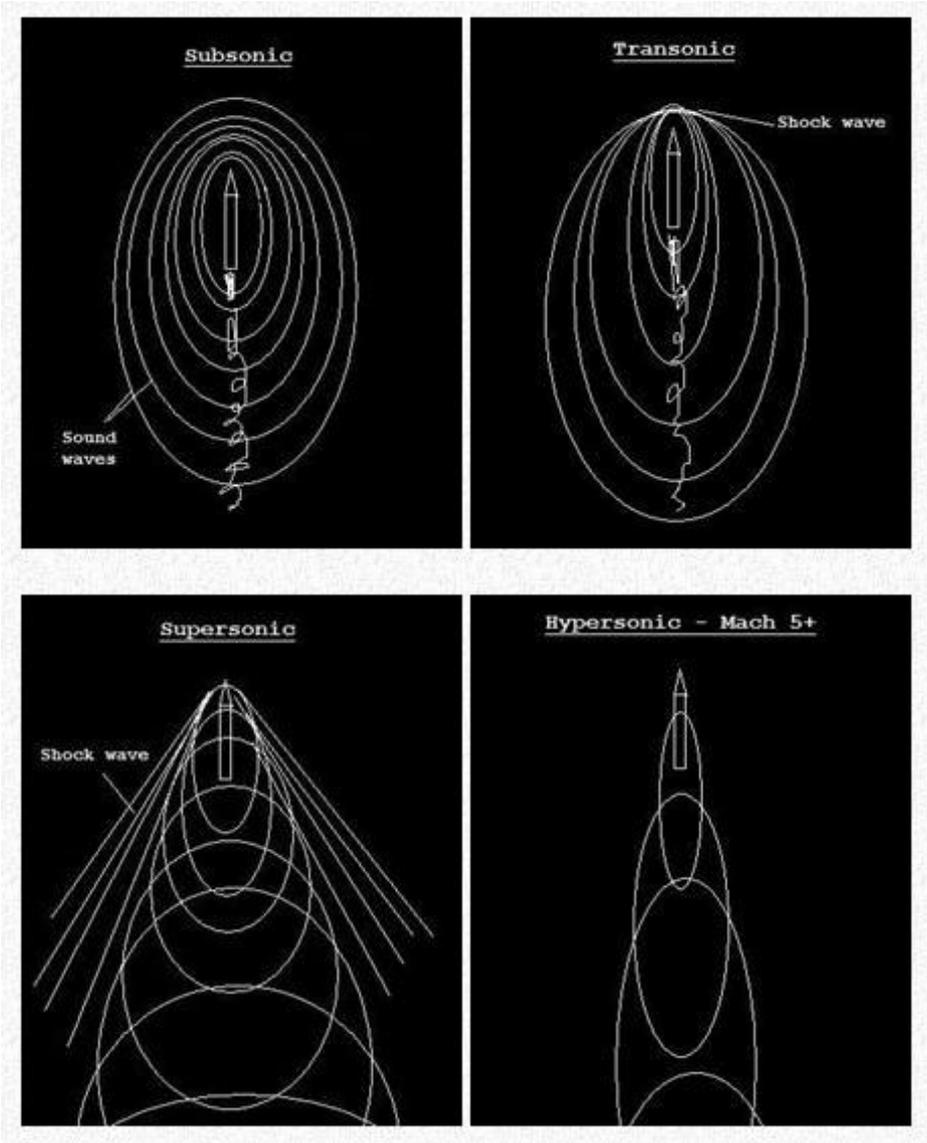
Que nous montre cette courbe ?

Que le coefficient de traînée augmente brutalement et énormément aux alentours de la vitesse du son, cad environ à 340 m/s ou encore à 1017 fps (feet per second) .

La bonne vitesse est donc celle qui est la plus grande sans toutes fois devenir trop grande et donc « sur critique » .

Etr ça dépend de beaucoup de choses ; du canon (longueur, nature du métal ...), et de la poudre (quantité, vitesse intrinsèque, etc ...)

Une autre possibilité est de donner à l'obus une vitesse très supérieure au son .
Ce qu'il ne faut en aucun cas faire , c'est rester dans la zone « mach 1 » ...



LA DENSITE DE SECTION :



C'est le rapport qui existe entre le diamètre du projectile et sa masse.

Pour un même calibre les variations peuvent être importantes, surtout en fonction de la longueur, mais aussi en fonction de la nature (cad du poids spécifique) du projectile (les obus à l'uranium appauvri sont extrêmement lourds .

Plus la densité de section est importante, plus la pénétration sera grande.



Effectivement

A calibre égal, ça doit faire nettement plus mal à l'arrivée

Le coefficient balistique .CB



Le coefficient balistique est une comparaison entre le projectile et un projectile de référence, lequel n'est pas idéal non plus, ce qui fait que si le CB est effectivement généralement inférieur à 1, il peut néanmoins être supérieur à 1, avec des projectiles tout spécialement étudiés.

Il n'y a pas de méthode simple pour définir le CB d'un projectile.

Par approximation, on assimile le coefficient balistique au rapport de décélération de la balle étudiée et un balle de référence à qui on donne le coef 100

Le CB donné par les fabricants de projectile est une approximation, car le CB dépend de la vitesse du projectile. Plus le projectile va vite, plus le CB est élevé.

Le CB est donc pour un projectile donné fonction aussi des caractéristiques du canon et des caractéristiques de la charge.

Le fabricant donne soit plusieurs CB en fonction de la vitesse, soit un seul CB, le plus avantageux pour lui.

La vitesse maximum du projectile n'est pas la vitesse à la sortie du canon ; elle accélère encore une fois sortie car les gaz ne se dispersent pas instantanément

Quelques remarques sur le CB :

Dans le système anglo-saxon, plus il est élevé et plus il est bon.

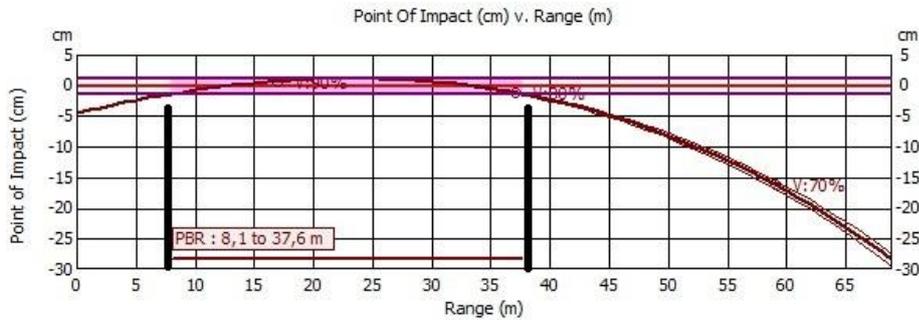
Dans le système international, c'est l'inverse, plus il est petit et plus il est bon.

Le coefficient balistique dépend de l'indice de forme (aérodynamisme du projectile) et de la densité de section du projectile.

La Kill Zone ... Le PBR.

La Kill zone c'est la zone de tir dans laquelle deux balles tuent car elles détruisent la même zone ciblée .

Pour un obus,c'est la même chose,mais ça se mesure en m et plus en cm



La ligne "0" c'est la ligne de pointage .

Au dessus et en dessous de la ligne "0" ,il y a 2 autres lignes qui sont les limites de la "kill zone" cad la "tolérance d'erreur", qui néanmoins va tot aussi bien détruire la cible (une tête,un thorax...).

On voit que la balle parcourt sa trajectoire parabolique successivement :

- a) hors de cette "enveloppe",
- b) puis entre dans l'enveloppe,
- c) puis complètement dans l'enveloppe,
- d) puis sort de l'enveloppe .

PBR : c'est le Point Blank Range: c'est la distance à partir de laquelle,et jusqu'à laquelle la balle est dans cette enveloppe . dans ce cas-çi le PBR s'étend de 8.1 à 37.6 m

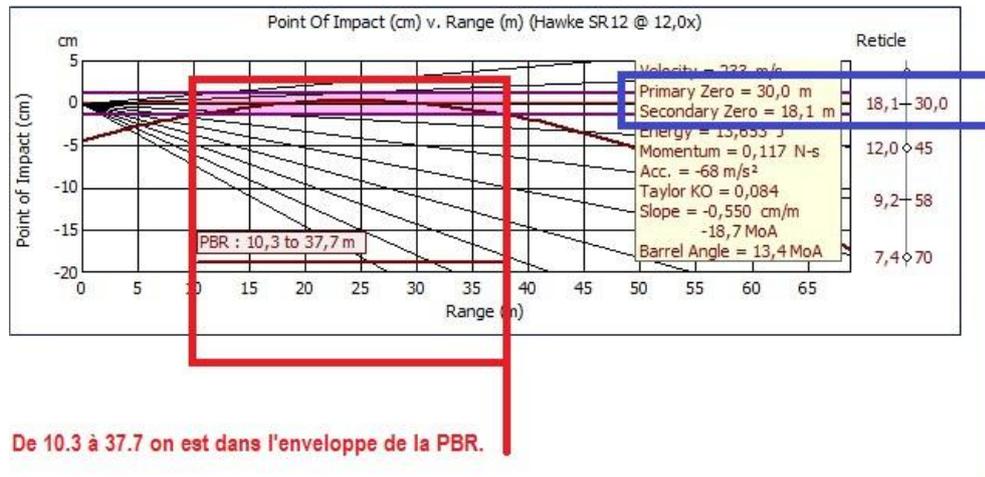
Le PBR et le primary « 0 » et le secondary « 0 ».

Le PBR c'est quand on est dans l'enveloppe de la kill Zone .

Mais il y a un « 0 » dans cette kill Zone .

Et on peut ou non le franchir une ou 2 fois ...

Et tout ça on peut avoir sur un réticule ...



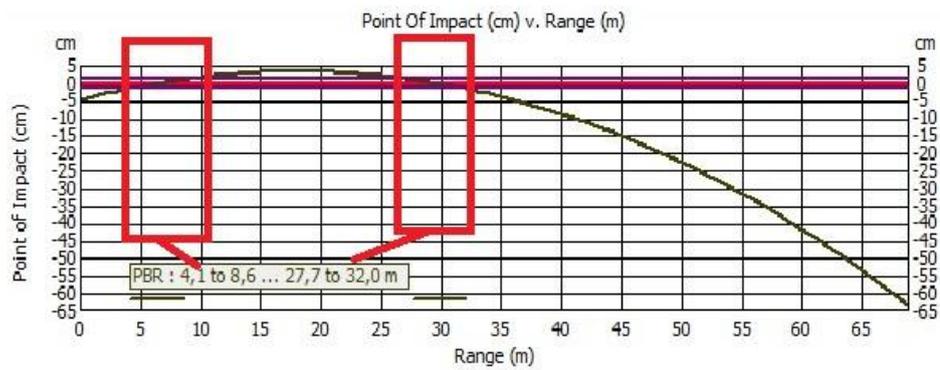
De 10.3 à 37.7 on est dans l'enveloppe de la PBR.

Et dans cette enveloppe, à 2 points très exactement, on traverse le "0" :
à 18.1 et à 30 .

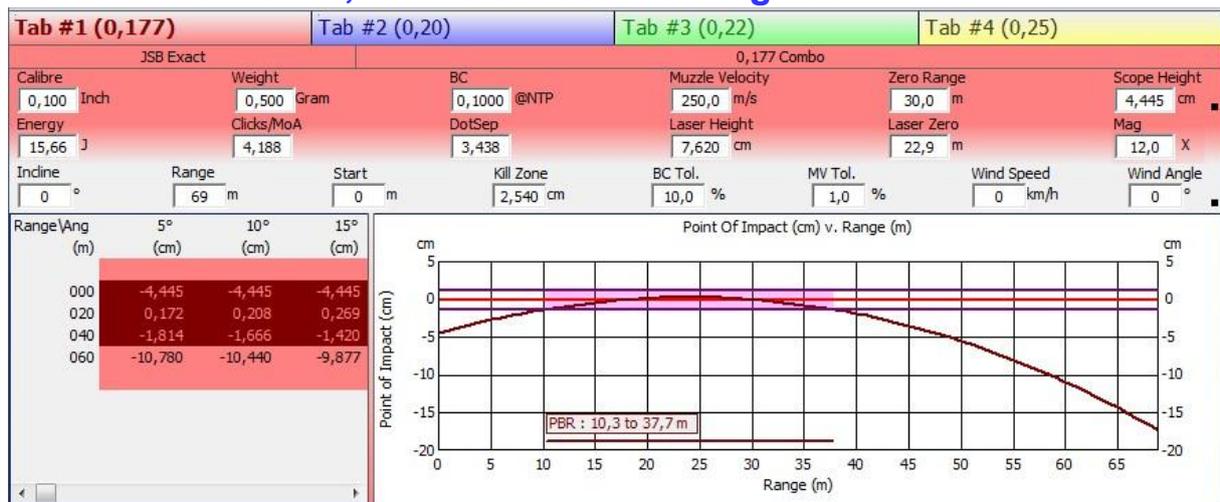
Tir avec 2 zones distinctes de PBR

Comme la trajectoire est « balistique », la distance de PBR peut parfois être scindée en 2 ...

Elle est en dessous,
Elle rentre en dessous, elle sort au dessus (1° partie)
Elle est au dessus.
Elle rentre par le dessus elle sort au dessous (2° partie)



Variations de CB, toutes choses étant égales

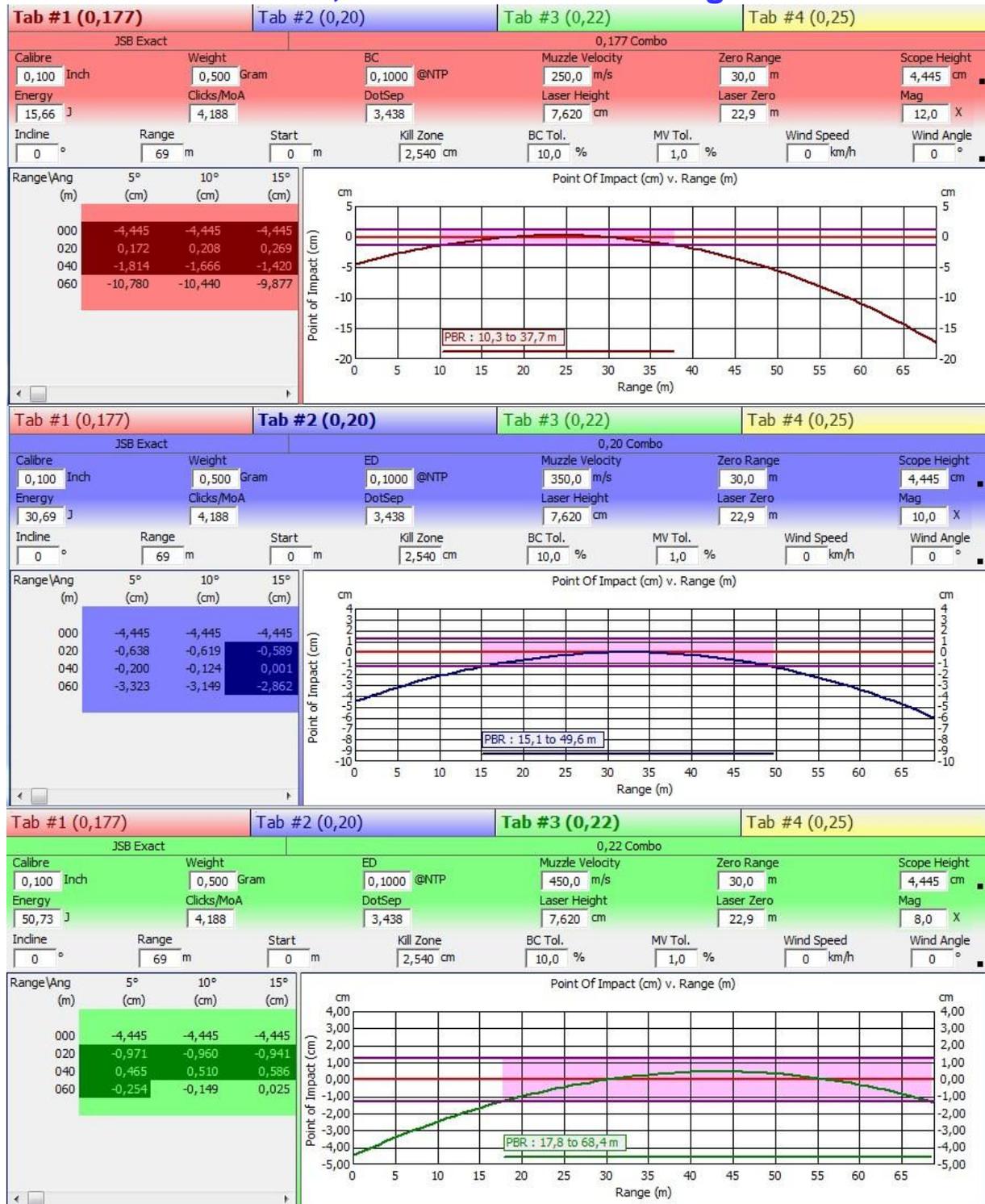


Si CB >

La flèche < et le PBR >... mais c'est pas des plus spectaculaires quand même

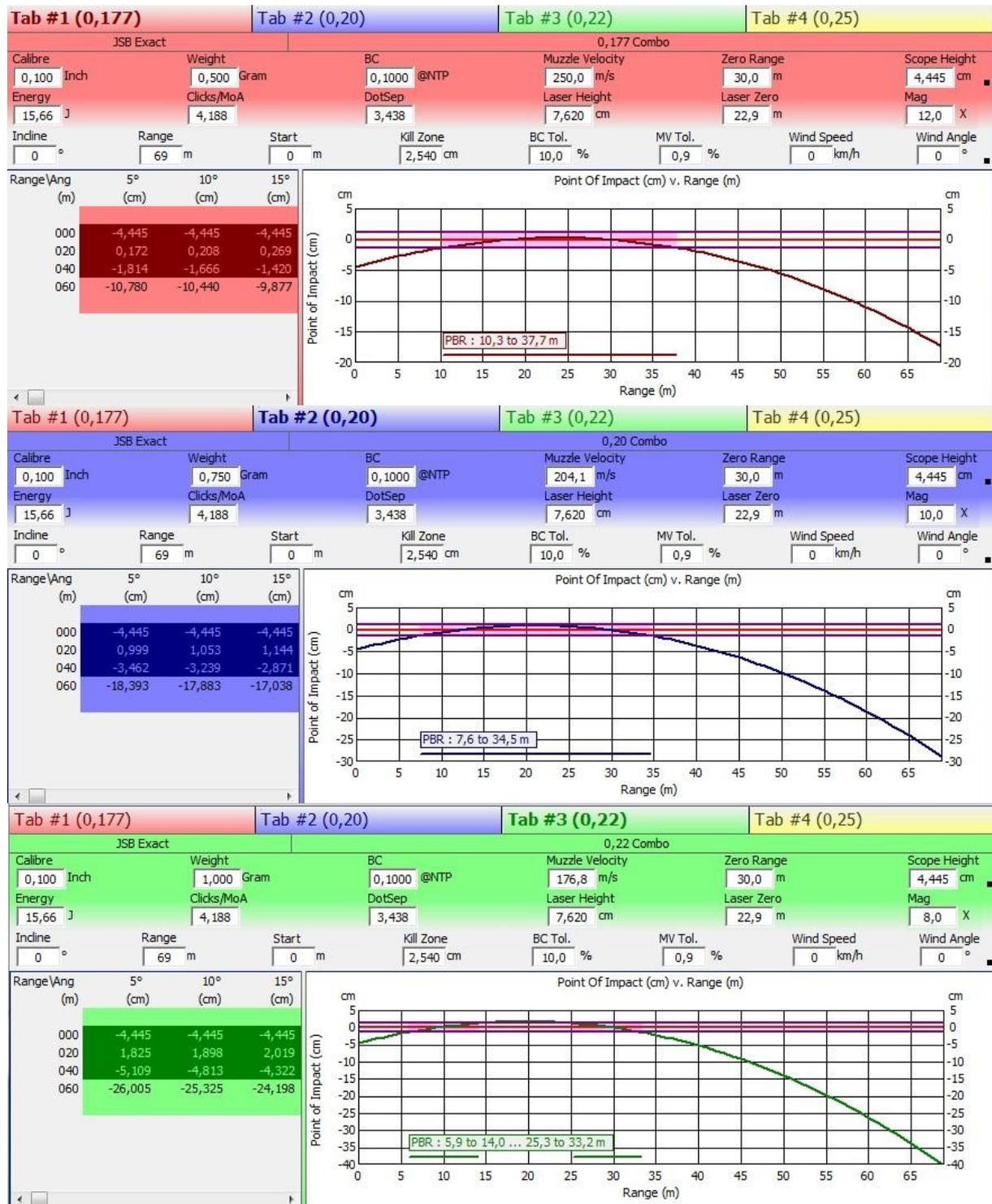
...

Variation de vitesse, toutes choses étant égales .



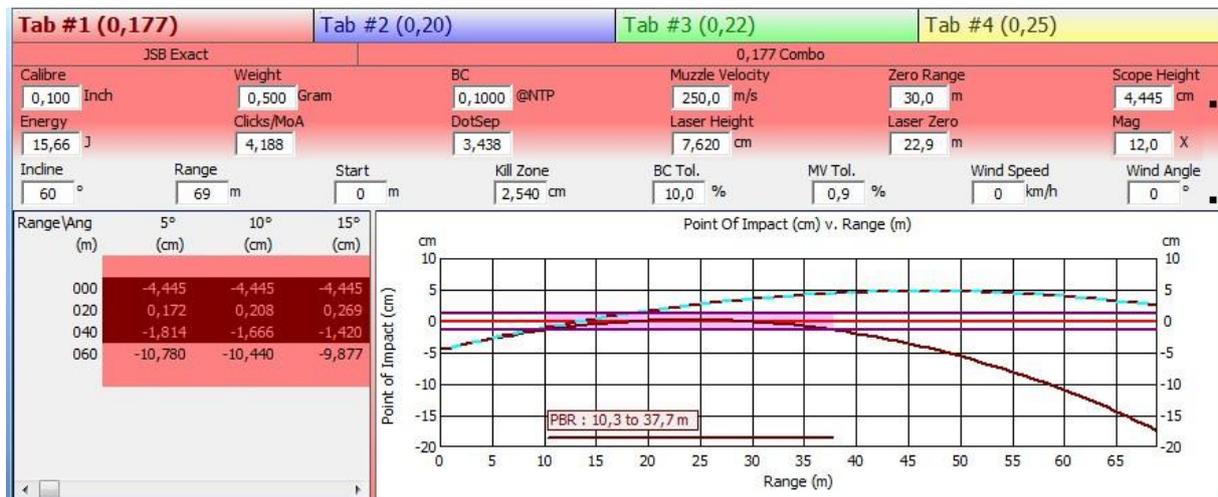
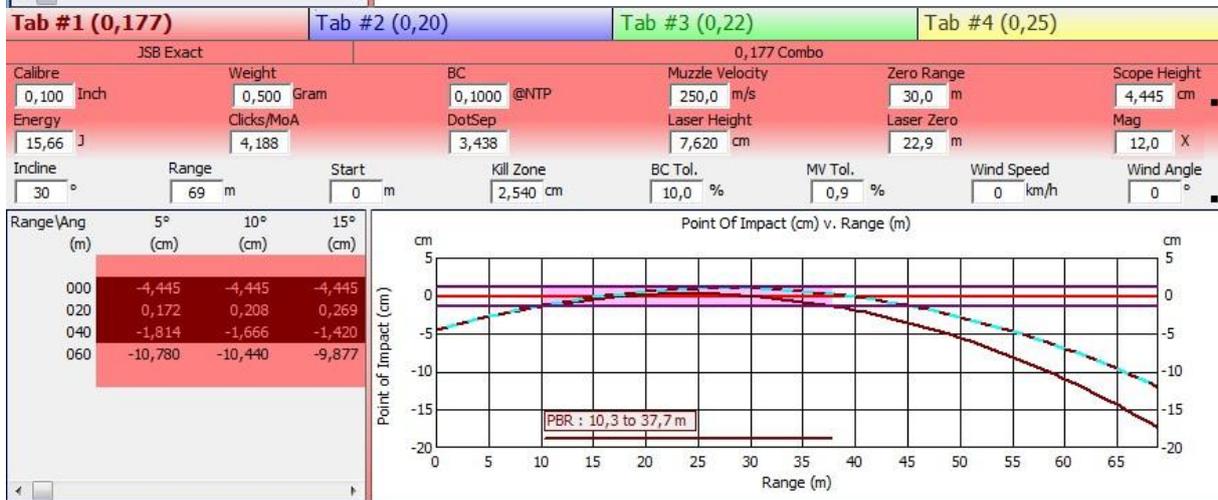
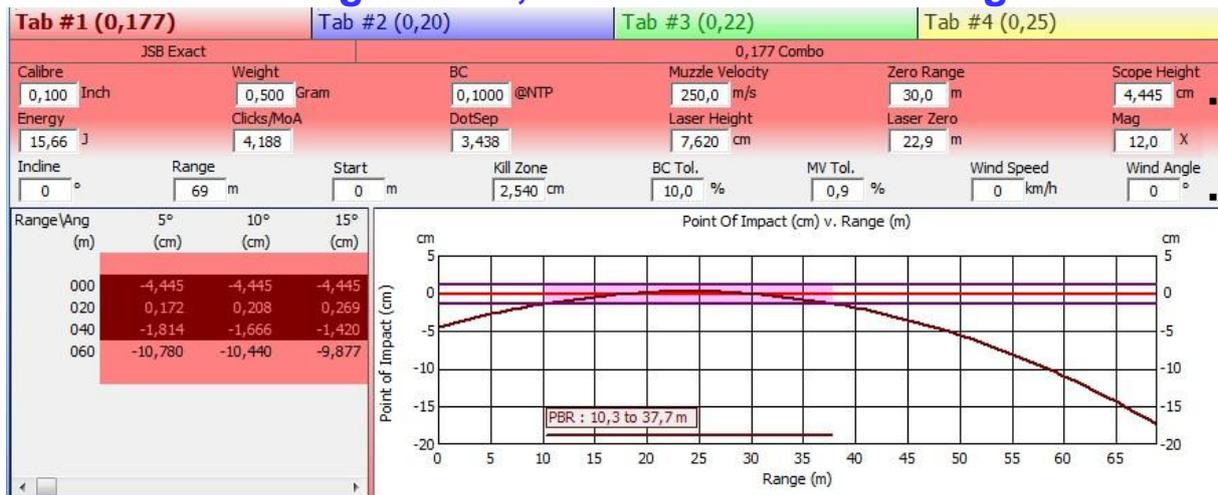
**Si la vitesse augmente,
La portée augmente, et la zone de PBR s'étend et se déplace vers la droite .**

Variations de poids, toutes choses étant égales .



Si le poids >, La portée diminue un peu, mais la flèche de tir augmente sensiblement ...

Variation de l'angle de tir, toutes choses étant égales .



Si l'angle de tir > La portée augmente, mais la PBR est beaucoup moins longue et se déplace vers la gauche

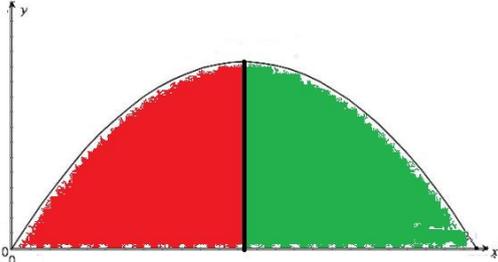
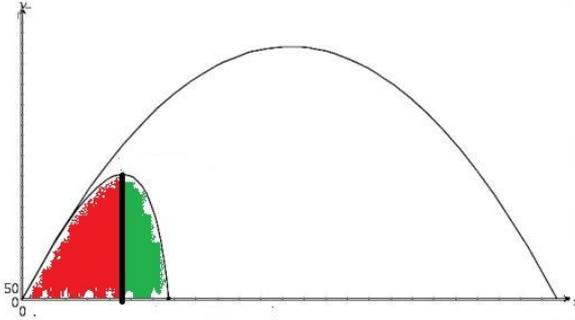
Balistique élémentaire .



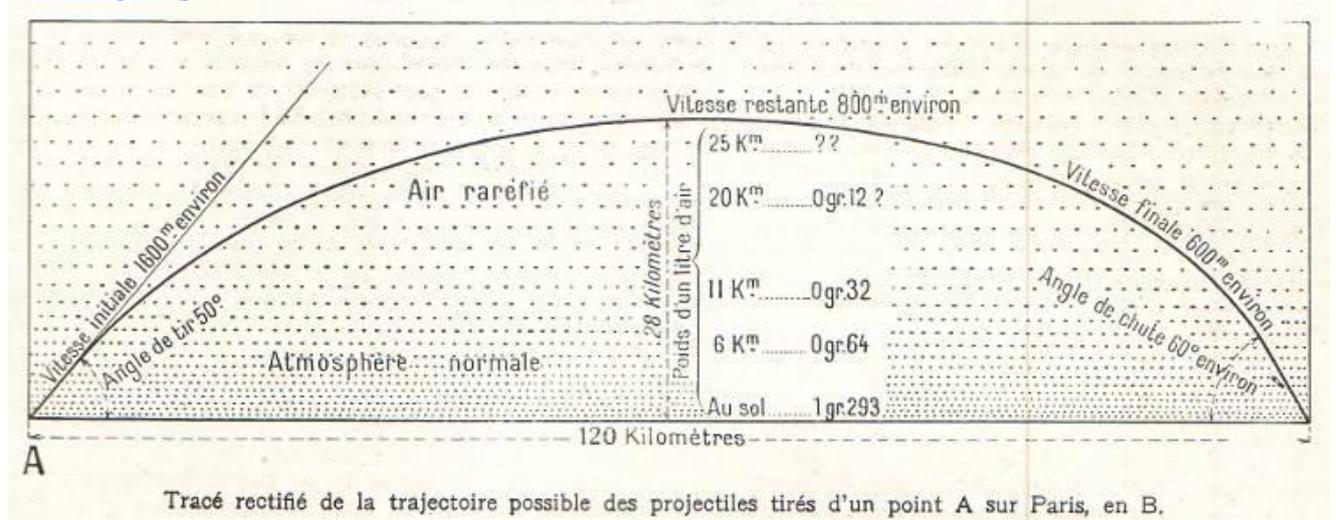
- Comparaison de tir dans le vide ou dans l'air .
- V_x et V_y
- Équation de la trajectoire dans le vide.
- Tir dans le vide – variation de l'angle de tir.
- Tir dans le vide – Variation de V_0
- Tir avec le frottement de l'air .
- Tir à contrepente .

Comparaison : l'obus dans le vide, et dans l'air.



Vide	Air
Dans le vide, la courbe est bien symétrique.	Dans l'air , c'est sensiblement différent ...
	
	Ca va moins haut . Ca va moins loin, C'est pas symétrique
Les équations sont relativement simples	Les équations sont bien plus complexes...

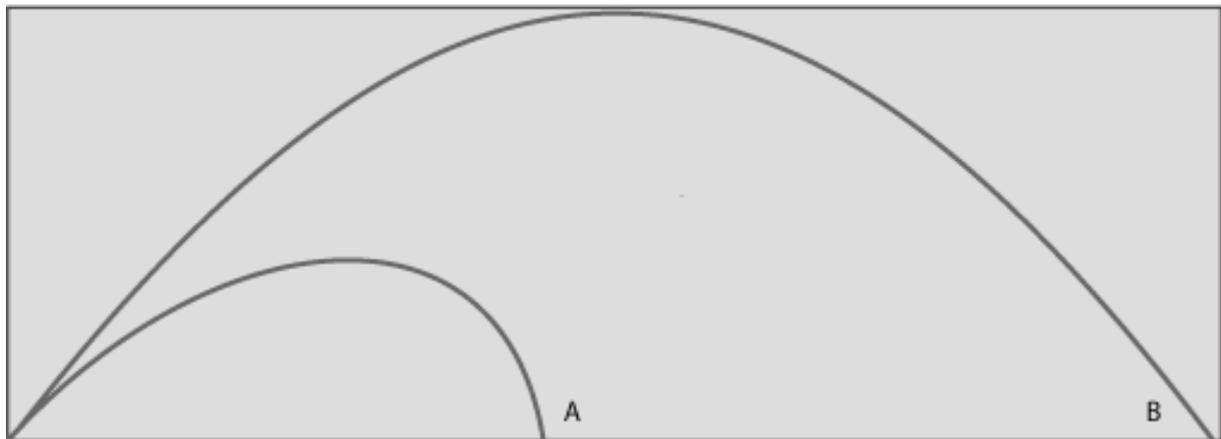
Bref aperçu du Tir « dans l'air »



On remarque plusieurs choses sur ce schéma très simplifié se déroulant dans l'air :

- Il y a une origine : la pièce et une arrivée : la cible .
- La distance entre l'origine et la cible est la **portée** .
- La trajectoire théorique (et plus ou moins réelle) est la **trajectoire des tables** .
- Il y a un **angle de tir** : l'angle d'élévation de la pièce, et un angle de chute : l'angle que fait l'obus avec la cible .
- l'angle de tir n'est pas l'angle de chute** .
- La courbe n'est pas symétrique par rapport à son sommet** .
- la vitesse finale est loin de valoir la vitesse initiale : la chute ne fait pas récupérer à l'obus la vitesse qu'il a perdu à la montée !!!!, elle est même plus basse, et significativement plus basse que la vitesse de l'obus à son maximum d'altitude, ce qui est logique si on considère que le frottement est constant et irrécupérable

On voit mieux en caricaturant :



La trajectoire « A » (dans l'air) est plus basse et moins longue que la trajectoire « B » (dans le vide) .

**La trajectoire B (dans le vide) est symétrique,
la trajectoire « A » (dans l'air) ne l'est pas .**

Le mouvement de l'obus et V_x et V_y .



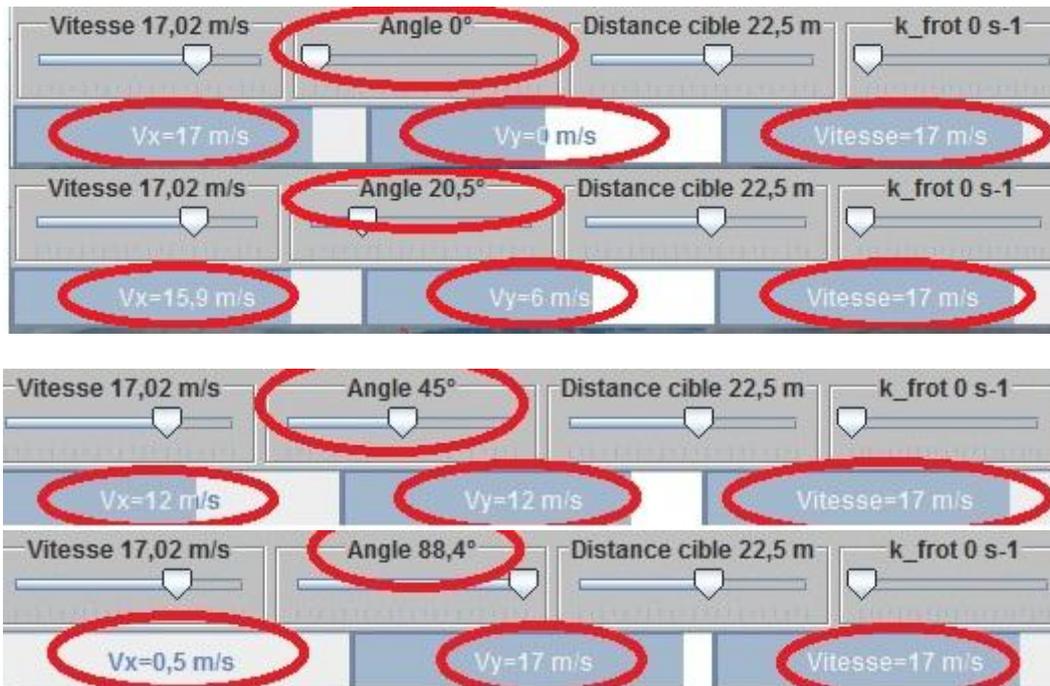
L'obus se déplace en longueur (portée) et en hauteur (flèche).

L'obus a donc une vitesse V_x et une vitesse V_y

Voici ce qu'on obtient avec un calculateur rudimentaire de tir.

On a une charge de poudre qui confert à l'obus une vitesse de 17.02 m/sec

On va uniquement changer l'angle de tir de 0 à 90° .

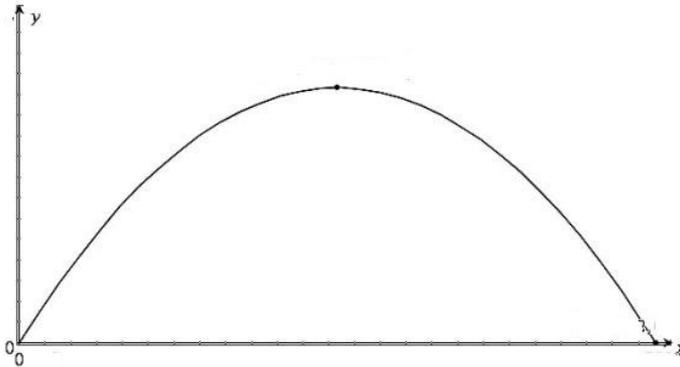


En passant de 0 à 90°,

On voit que V_x ne cesse de diminuer,

Tandis que V_y ne cesse d'augmenter

Équations des trajectoires « dans le vide » .



$$X(t) \quad x(t) = v_0 \cos(\beta)t$$

$$Y(t) : \dots \quad y(t) = v_0 \sin(\beta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$Y \text{ par } X \dots \quad y = x \cdot \tan(\beta) - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \beta} x^2$$

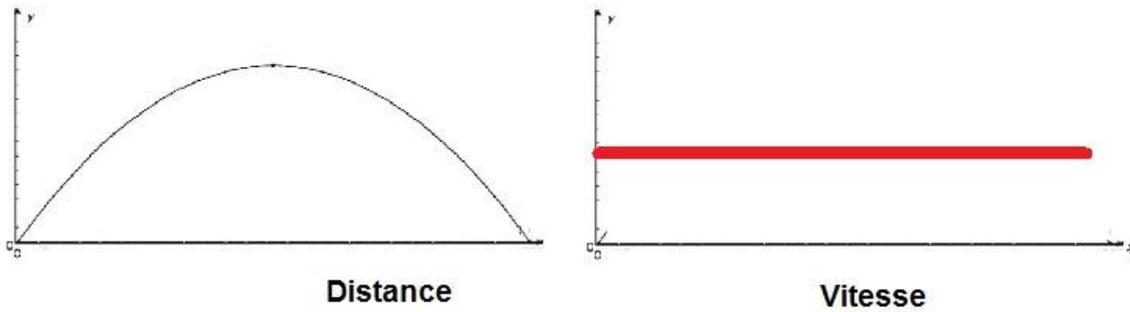
Portée

$$x_A = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\beta)$$

Hauteur :

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \beta$$

Dans le vide : distance – vitesse – temps .



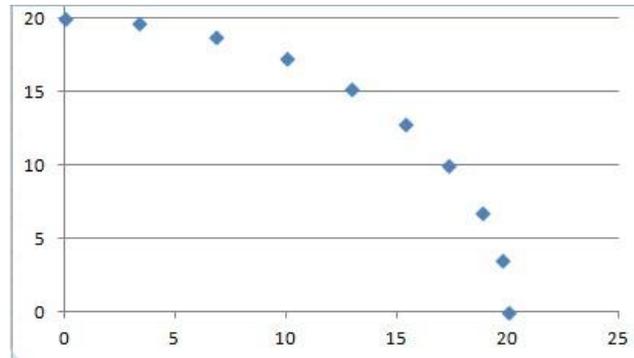
Nous sommes dans le vide, il n'y a pas de frottement et donc la vitesse horizontale reste constante.

Comme conséquence, la distance parcourue horizontalement est elle aussi constante par unité de temps.

Vx et Vy dans le vide .

Nous allons partir d'un exemple théorique très facile avec V de sortie à 20 m/sec .
Nous allons voir comment évoluent Vx et Vy

Angle	Vx	Vy
0	20	0
10	19,7	3,6
20	18,8	6,8
30	17,3	10
40	15,3	12,9
50	12,9	15,3
60	10	17,3
70	6,8	18,8
80	3,3	19,7
90	0	20



Ou encore

Angle	Vx	Vy	Sinus	Cosinus
0	20	0		
10	19,7	3,6		
20	18,8	6,8		
30	17,3	10		
40	15,3	12,9		
50	12,9	15,3		
60	10	17,3		
70	6,8	18,8		
80	3,3	19,7		
90	0	20		
Angle en degré				
0			0	1
10			0.17	0.98
20			0.34	0.94
30			0.50	0.86
40			0.64	0.76
45			0.70	0.70
50			0.76	0.64
60			0.86	0.50
70			0.94	0.34
80			0.98	0.17
90			1	0

$$V_x = V_{\text{tot}} \times \cos \text{Alpha}$$

$$V_y = V_{\text{tot}} \times \sin \text{Alpha}$$

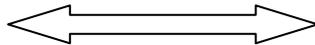
Toujours dans le même exercice, on va prendre les différents paramètres et voir ce que ça va donner

Données de départ : V sortie : 20 m/sec

Questions :

Etablir pour tout angle entre 0 et 90 par pas de 10 °

- a) portée
- b) flèche
- c) Vx
- d) temps pour portée



Les formules sont :

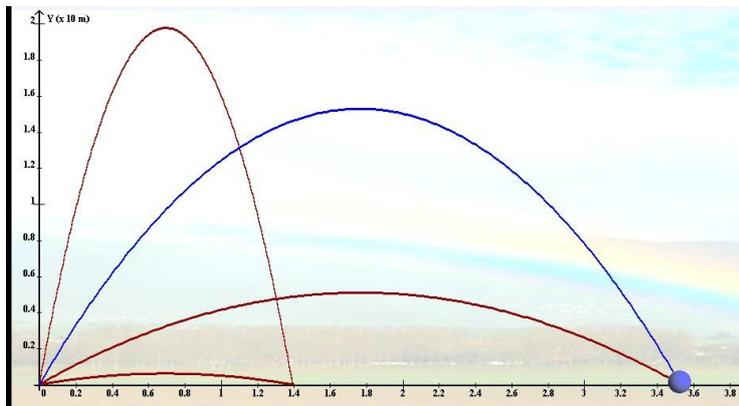
portée :	$x_A = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\beta)$
Flèche	$y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \beta$
Vx	V tot x cos alpha
Temps pour portée :	Portée / vitesse en X

Les résultats sont :

angle	sin alpha	2. alpha	sin 2.angle	sin ² alpha	cos alpha	Portee	Fleche	V horiz	t.pr impact
0	0	0	0	0	1	0	0	20	0
10	0,17	20	0,34	0,03	0,98	13,6	0,61	19,6	0,78
20	0,34	40	0,64	0,12	0,94	25,6	2,38	18,8	1,39
30	0,5	60	0,86	0,25	0,86	34,4	5,09	17,2	2,03
40	0,64	80	0,98	0,4	0,76	39,2	8,42	15,2	2,62
50	0,76	80	0,98	0,58	0,64	39,2	11,96	12,8	3,12
60	0,86	60	0,86	0,73	0,5	34,4	15,3	10	3,53
70	0,94	40	0,64	0,88	0,34	25,6	18	6,8	3,83
80	0,98	20	0,34	0,96	0,17	13,6	19,77	3,4	4,01
90	1	0	0	1	0	0	20,38	0	4,07

On remarque qu'un même point peut être atteint par 2 angles symétriques par rapport à 45° :

10 et 80 (- 35 et + 35)
30 et 60 (- 15 et + 15)



Le même point est donc atteint, avec 2 angles différents (dont la somme fait « 90 »), mais le temps pour l'atteindre est fort différent :

A 10° : en 0.78 sec

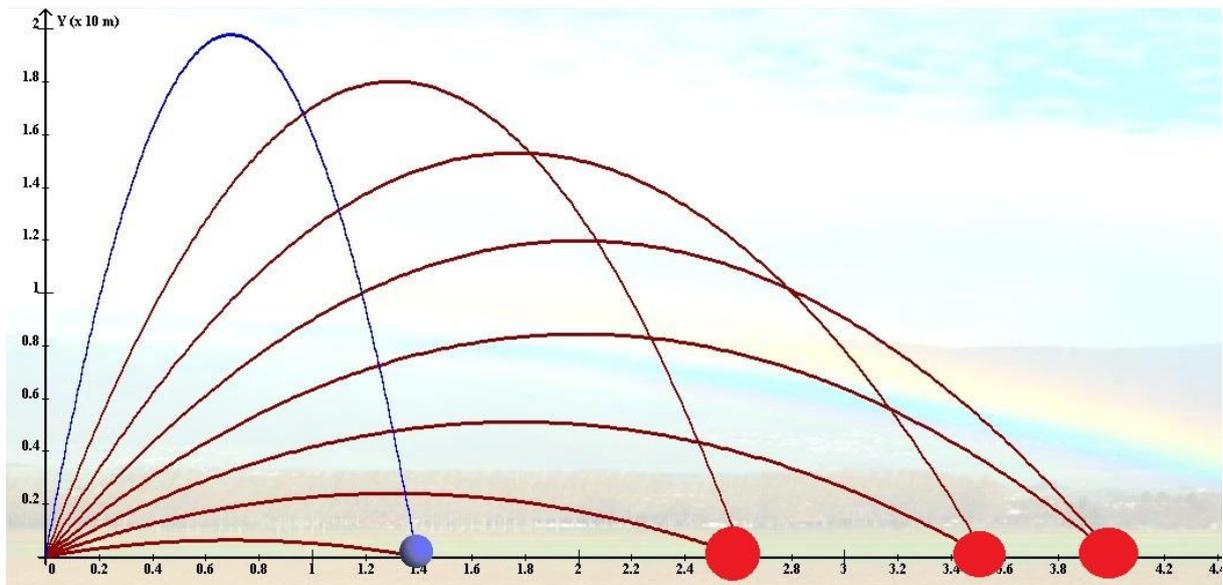
A 80° en 4.01 sec

Mais à la réception, les dégâts sont fort différents aussi

Je » rappelle donc une dernière fois que :

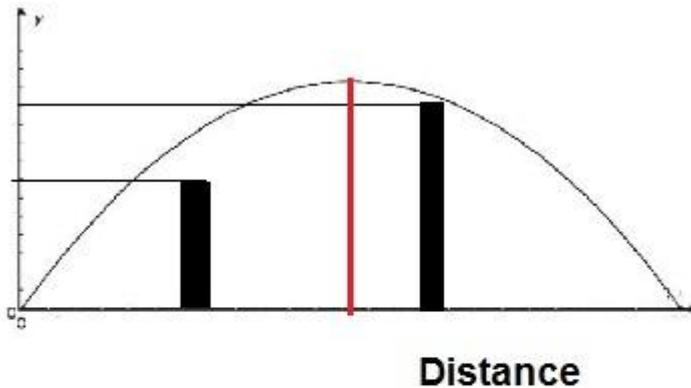
**Pour 1 point d'impact il y a 2 solutions de tir .
Pas une infinité de solutions de tir , uniquement « 2 » !!!!
Une basse, et une haute .**

**La solution basse est rapide mais fait pas beaucoup de dégâts .
La solution haute est plus lente, mais fait beaucoup plus de dégâts**



Le saut d'obstacles ...

Ce qui nous intéresse ici , c'est de voir si l'obus peut passer au dessus d'un obstacle de hauteur(obstacle) - situé en X (obstacle) et atteint en temps (obstacle) .



Dans cet exemple,l'obus va devoir éviter 2 obstacles (que j'ai choisi pour l'exemple des 2 côtés de l'apex).

L'équation donnant la hauteur au moment « t » est :

$$y(t) = v_0 \sin(\beta)t - \frac{1}{2} gt^2$$

Mais on ne sait pas quel est ce moment « t »

Parcontre,on sait calculer la vitesse horizontale ,et par observation sur la carte ou au télémètre on connaît la position de l'obstacle,et sa distance par rapport à l'origine .

On connaît aussi la formule de calcul de la vitesse horizontale en fonction de l'angle de tir : **$V_0 \times \cos \alpha$**

La première chose à faire est de définir ce temps pr arriver à l'obstacle
vitesse horiz = espace horiz / temps

On va ainsi obtenir le temps nécessaire pour arriver à l'obstacle .
Il suffit maintenant de prendre l'équation de Y (t),avec le t qu'on vient de connaître et

$$y(t) = v_0 \sin(\beta)t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$x(t) = v_0 \cos(\beta)t$$

$$y(t) = v_0 \sin(\beta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y = x \cdot \tan(\beta) - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \beta} x^2$$

$$x_A = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\beta)$$

Portée

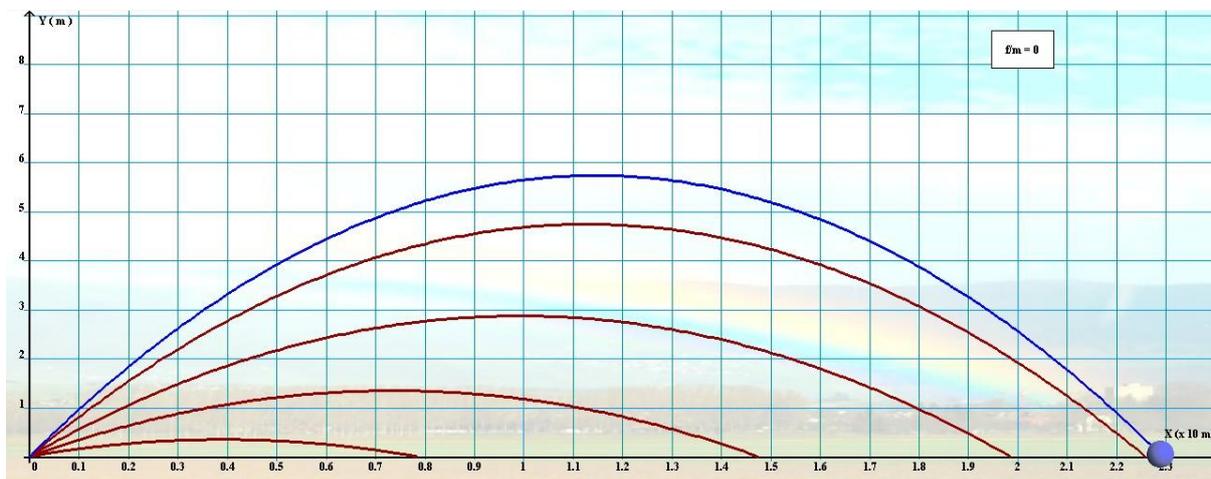
$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \beta$$

Hauteur max :

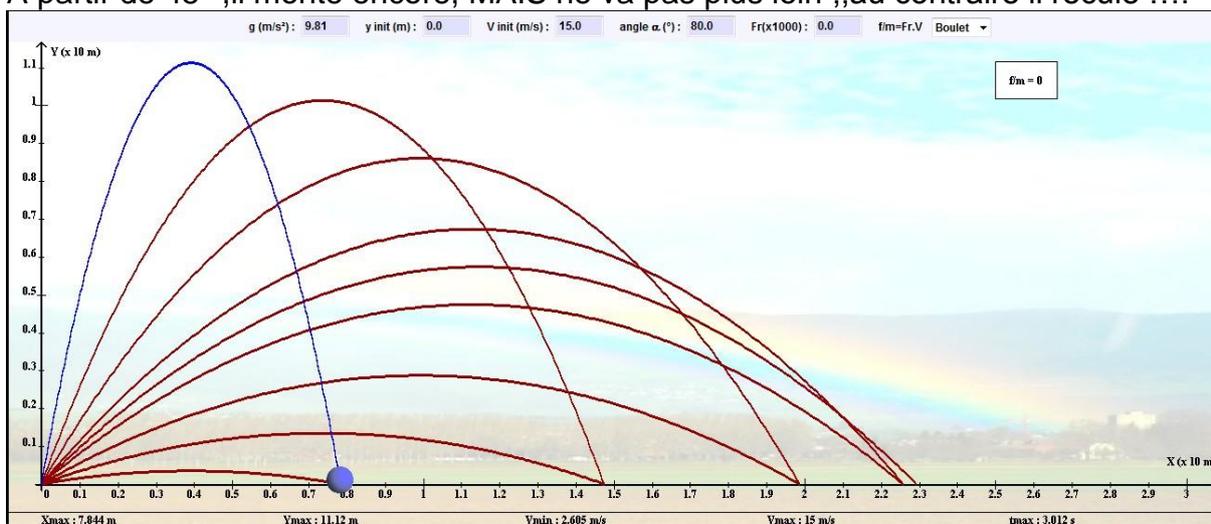
Vitesse horizontale = vitesse de sortie x Cos alpha .

Dans le vide : les trajectoires avec l'angle qui varie :

Jusque 45° , c'est facile à comprendre ; plus on augmente l'angle de tir , plus l'obus monte haut, ET plus il va loin .



A partir de 45° , il monte encore, MAIS ne va pas plus loin ; au contraire il recule



45° est généralement l'angle de portée maximum .

Quand on tire en dessous de cet angle, c'est un tir plongeant.

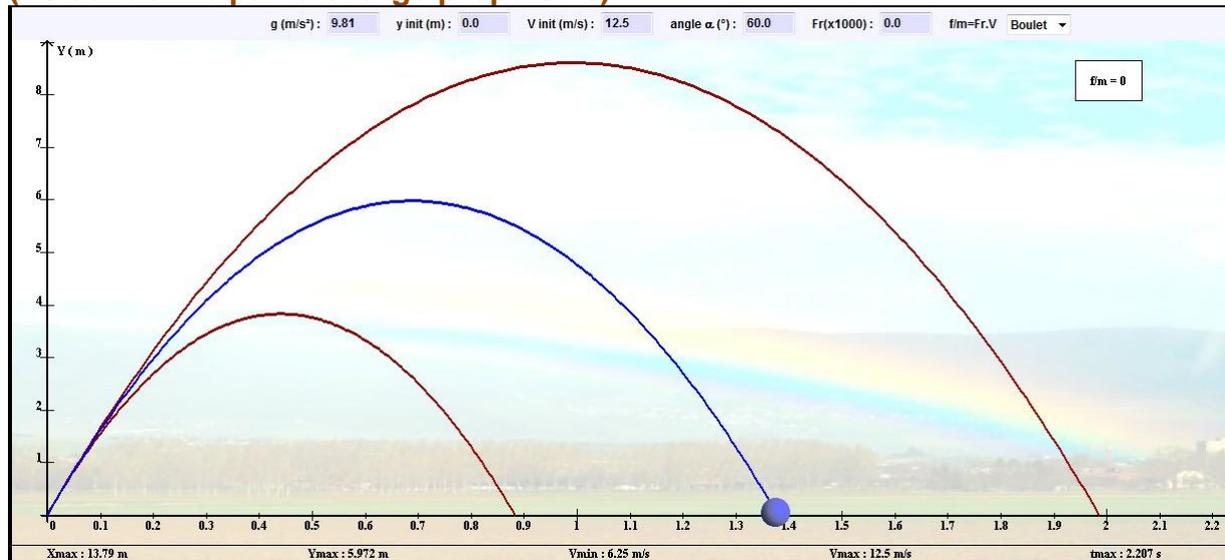
Quand on tire au dessus de cet angle, c'est un tir vertical.

Une même cible peut être atteinte par un tir plongeant ou un tir vertical .

L'angle à l'impact est sensiblement différent entre un tir plongeant ou un tir vertical .

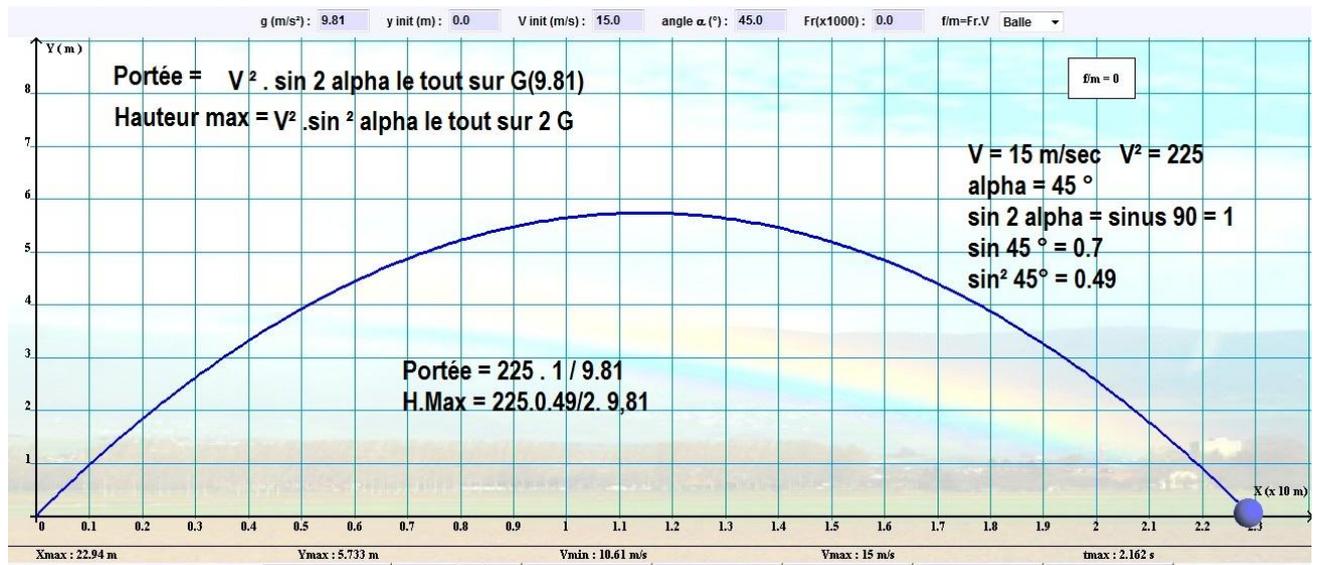
De l'angle à l'impact peut dépendre l'efficacité de l'impact

Dans le vide : Les trajectoires avec V_0 qui varie : (V_0 est donné par la charge propulsive)



La portée augmente et la hauteur augmente sans cesse .
Les limites : la quantité de charge propulsive et la résistance du tube ...

Dans le videAltitude « 0 » et 45 ° d'élévation



La portée est de :

$$p = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{2a} + \sqrt{\frac{(v_0^2 \sin(2\alpha))^2}{4a^2} + \frac{2z_0(v_0 \cos \alpha)^2}{a}}$$

Dans cette équation :

$$Z_0 = 0$$

$$V_0 = 15 \text{ m sec et } V_0^2 = 225 \text{ et } (V_0^2)^2 = 50625$$

$$2 \times 45^\circ = 90^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$A = G = 9.81 \text{ m/sec}^2 \quad 2A = 19.62 \quad A^2 = 96.23 \quad 4A^2 = 384.92$$

$$P = 225 \times 1 / 19.62 + \text{rac carree de } 50625 \text{ divise par } 384.92$$

$$P = 11.46 + \text{rac carree de } 131$$

$$P = 11.46 + 11.44$$

$$P = 22.90$$

Dans le vide : altitude « 0 » et 0° d'élévation .

Avec un calcul si « basic » il n'est pas possible de faire un tir dans le vide à élévation « 0 » en effet ,0 c'est « 0 » cad le raz du solet pas la hauteur du canon de l'arme ou du canon proprement dit ...

Pour rappel : La portée atteinte par le projectile à l'horizontale =:

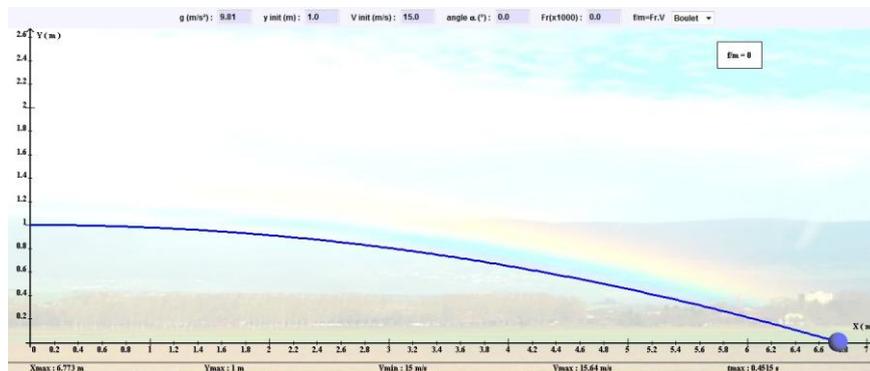
$$p = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{2a} + \sqrt{\frac{(v_0^2 \sin(2\alpha))^2}{4a^2} + \frac{2z_0(v_0 \cos \alpha)^2}{a}}$$

Si $z_0 = 0$:

$$p = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{a}$$

Mais comme on tire à l'horizontale, le sinus de 0° = 0... donc la portée est nulle ...
Donc on dit qu'on est pas à 0 m ; on est en fait à la hauteur de la bouche à feu cad à hauteur d'épaule pour un tir au fusil-révolver, et à hauteur de la bouche du canon dans le cas de l'artillerie ,cad à une hauteur de 1 m environ

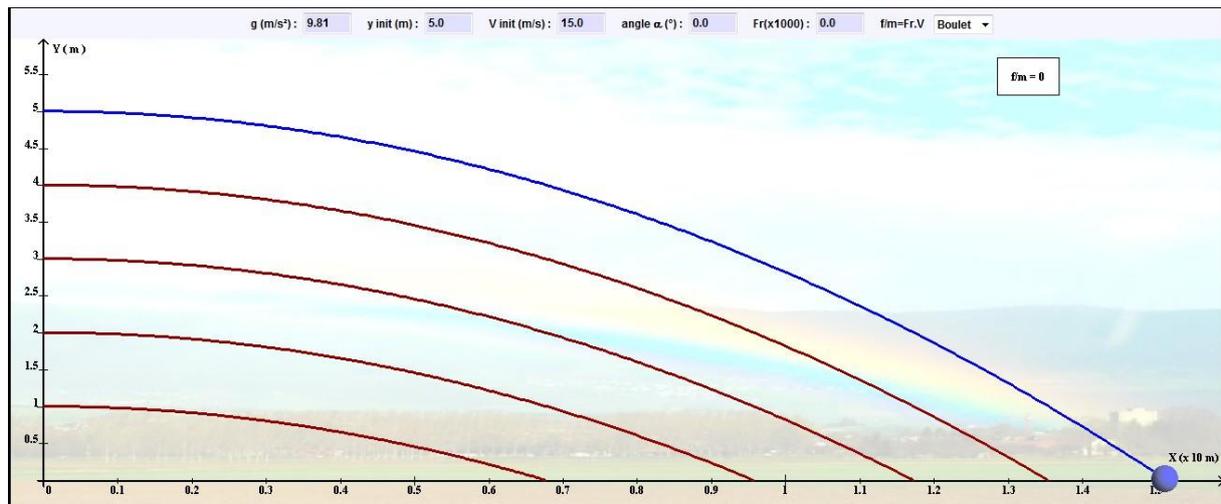
Ce qui donne ceci : pour $Z = 1$ et $\cos 0 = 1$ $V_0 = 15$



$P = \text{rac carre de (il ne reste plus que ça ...)} \text{ rac carre de } [2 \times 1 (15 \times 1)^2 / 9.81]$

$P = 6.77$

Dans le vide toujours 0° d'élévation mais avec Y0 qui augmente :



Pour un gain de 1 m d'altitude de départ à chaque nouveau coup, la portée augmente à chaque fois, mais de moins en moins à chaque fois

Dans cet exemple ... les chiffres ne sont valables que dans cet exemple .
L'aspect de la courbe par contre est valable tout le temps ...

Gain en portée pour 1 m d'élévation		Id en graphique .
1	6,8	
2	9,5	
3	11,8	
4	13,5	
5	15,4	
10	21	

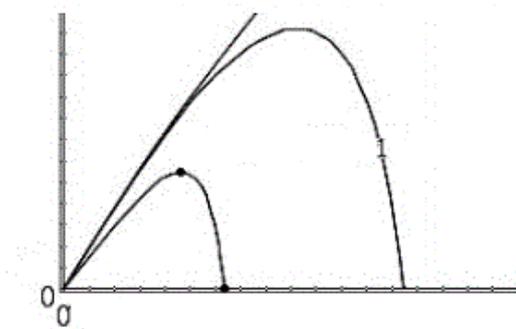
Calcul des trajectoires « dans l'air »



C'est une toute autre affaire

Le frottement dans l'air est proportionnel au carré de la vitesse .

Plus ça va vite , plus ça freine



Plus il va vite, plus il freine,
et le freinage est fonction du carré de la vitesse ...

Donc, d'une vitesse à l'autre, le coefficient angulaire
n'est pas le même ...

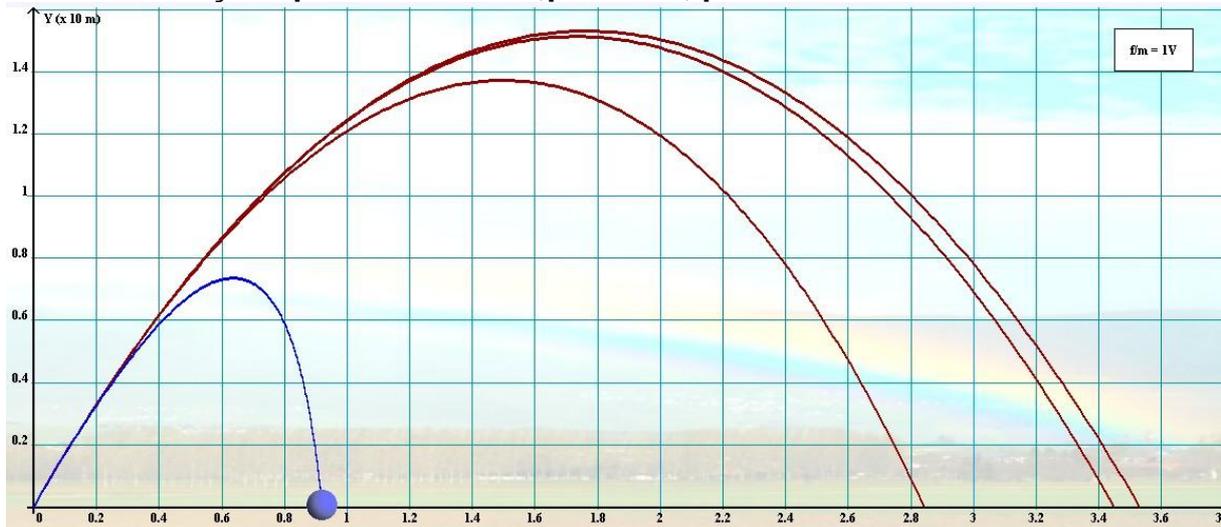
L'équation devient :

$$x_1 = \frac{v_0^2 \cos \varphi_0 \sin \varphi_0}{kv_0 \sin \varphi_0 + g}$$

avec K qui vaut : H/M cad le coefficient de frottement dans le fluide divisé par la masse

Le frottement augmente :

Dans ce cas çï : il passe de 0 à 10 , puis 100 , puis 1000.



L'obus va moins loin et moins haut ,donc le t de vol devrait être plus court .
Mais il est tout le temps freiné ,donc le t de vol devrait être plus long .

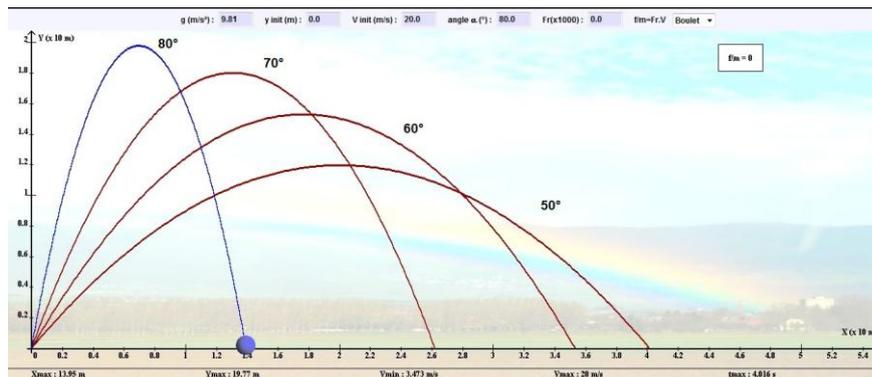
Mais en fait il tombe beaucoup plus vite .
Donc, au final, le temps de vol se réduit à chaque augmentation du frottement

Le Tir à contre pente !

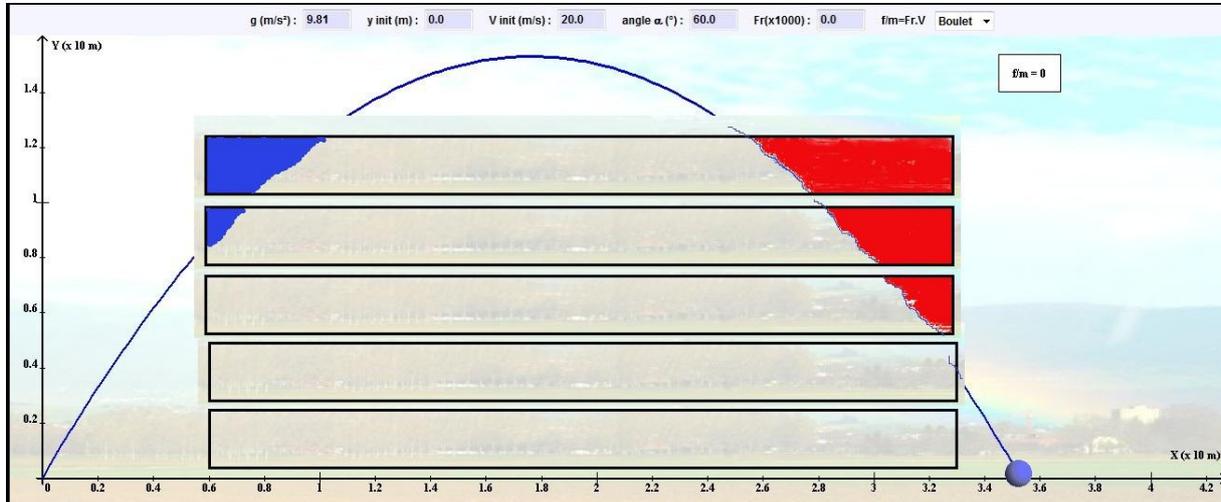


Plus la batterie est près de la cible, plus elle peut « monter haut », donc éviter l'obstacle .

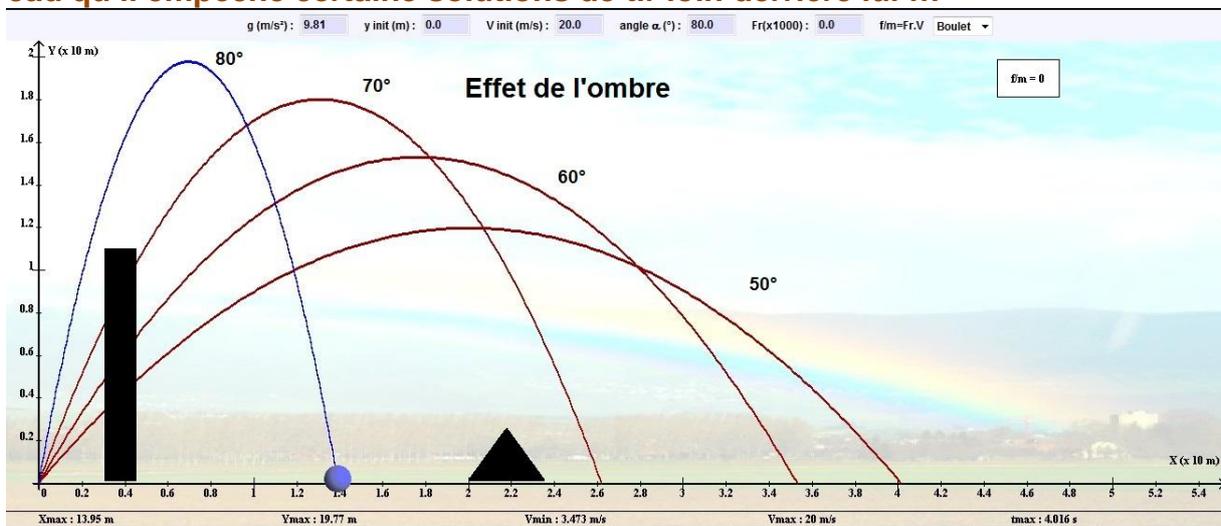
Mais en corolaire, plus elle se rapproche, plus elle peut se faire attaquer par l'artillerie adverse qui en plus a l'avantage de la position élevée ,laquelle lui confère une portée accrue



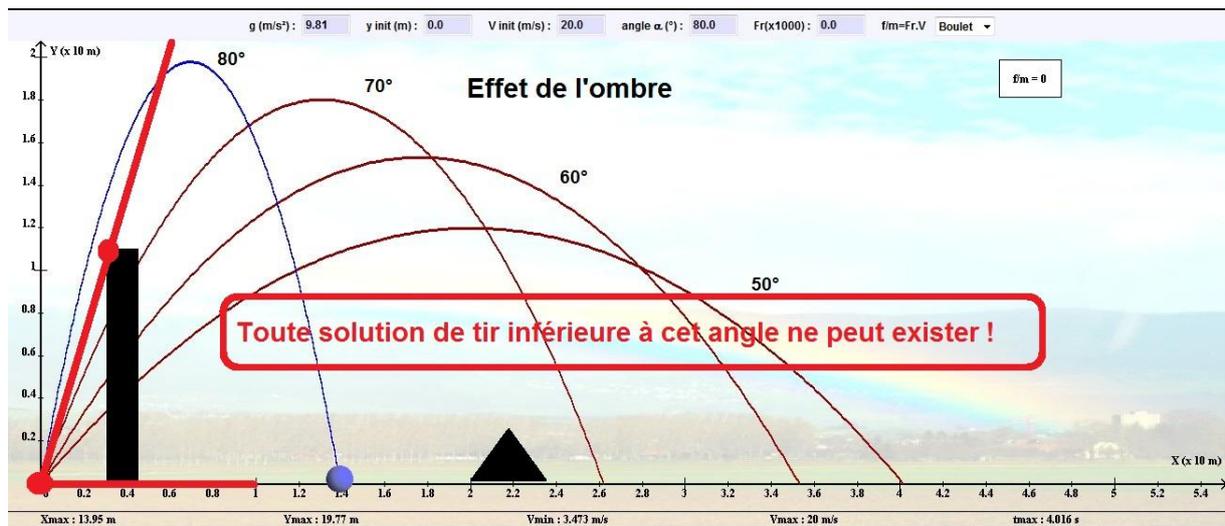
Plus la dénivelée est grande, plus il existe de zones « non atteignables ».
 La zone peut être « non atteignable » pour 2 raisons :
 Soit on ne sait pas « passer au dessus »
 Soit on ne sait pas « redescendre dessus ».



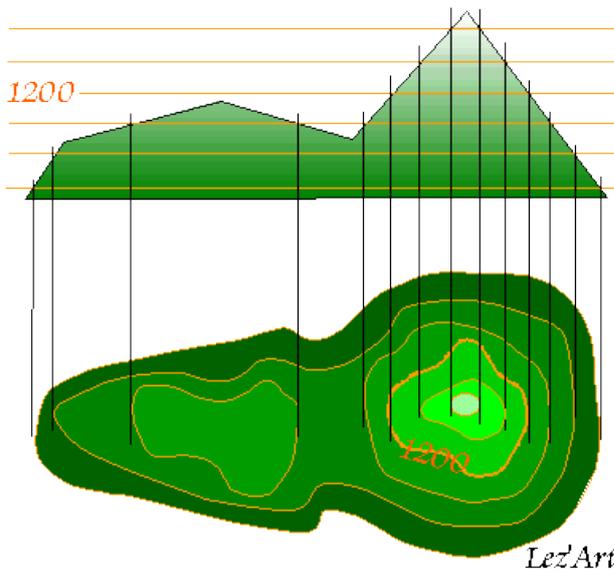
L'obstacle « fait de l'ombre »,
 cad qu'il empêche certaines solutions de tir loin derrière lui ...



L'effet de l'ombre est facile à comprendre, et à définir :



Pour ce qui est de le mettre en pratique, c'est « autre chose » ...
Il faut transformer les cartes avec relief (si on en a) en vues en coupes...



On a intérêt à avoir un bon logiciel, parce que sinon... On a pas fini

La Batterie .



- Mise en place d'une batterie.
- Réglages initiaux .
- La parabole de sureté .
- Planification des tirs .
- Observation des tirs .
- La dispersion des tirs .

L'artilleur décide où installer sa batterie :



Excellente question... A laquelle il existe une multitude de réponse en fonction des circonstances .

Tous les cas doivent être envisagés entre ces deux extrêmes possibles :

- On vous appelle dans l'urgence pour « casser » un assaut en cours d'une position dont la perte serait cruciale .
- On vous demande de vous installer au mieux pour barrer une route d'accès plusieurs jours voire semaines avant que l'ennemi ne puisse se présenter .

Plusieurs points doivent être pris en considération :

- Délais avant de pouvoir faire un tir efficace .
- Possibilités de camouflage (de la pièce et du coup de départ + de la fumée ...).
- Possibilités d'abris (personnel + munition + logistique) .
- Possibilité de ravitaillement des pièces en munition (en tenant compte du camouflage....).

La position idéale est celle où :

- La pièce n'est pas visible par l'ennemi .
- La lueur de départ n'est pas visible par l'ennemi .
- La fumée de départ n'est pas visible par l'ennemi.
- Le personnel peut s'abriter (intempéries et aussi tir de contre batterie).
- Le ravitaillement en obus se fait par une route qui va rester photographiquement « inchangée » après le passage du ravitailleur (un chemin de terre, une prairie, se « défonce » , et ça se voit ...) .

Un telle position peut se résumer en une cour d'usine par exemple .

L'artilleur décide comment il va tirer :



Les différents paramètres généralement pris en considération par l'artilleur sont les suivants :

- Précision de tir .
- Efficacité percutante du tir au point d'impact .
- Vitesse du tir .
- L'usure du canon (qui augmente sa section par abrasion) : « régime » .
- La température du canon (qui diminue sa section par dilatation) .
- Usure de sa pièce .

Perturbation des données de tir .

Les trajectoires vont varier en fonction de :

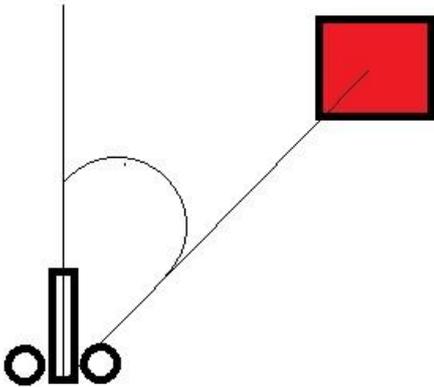
- L'état de la poudre et température au moment de l'emploi .
- Tout ce qui augmente la densité de l'air réduit la portée : hygrométrie, pluie, neige .

Premiers réglages à faire une fois sur place :



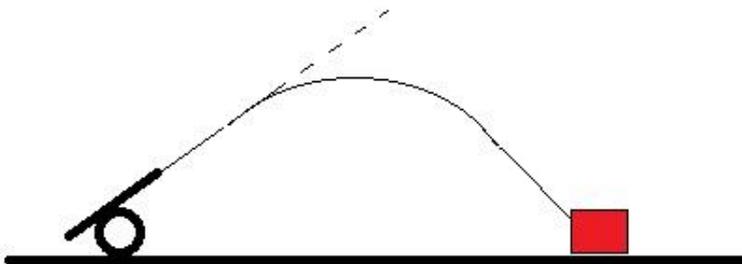
Sur le plan horizontal :

L'angulation de la pièce vers sa cible par rapport à sa situation de mise en place initiale .



Sur le plan vertical :

L'angle d'élévation de la pièce par rapport à son élévation durant le transport (généralement 0°)



Dans les caractéristiques d'une pièce, on donne le temps en seconde pour gagner (ou perdre) un degré vertical et un degré horizontal (ce n'est pas le même temps ...).

Deuxième réglage à faire : la portée .



Rappelons nous qu'il y a 3 portées :

- a) **Portée des tables** : celle que l'on trouve dans els tables pour la distance à la cible obtenue par le télémètre .
- b) **Portée corrigée** : c'est la correction que l'on fait, toujours à partir des tables (d'autres tables) en fonction des circonstances extérieures : vitesse et direction du vent, humidité, pluie, etc ...
Pour tout ça il y a des corrections dans les tables en fonction de la hausse choisie au départ .

Bon ...

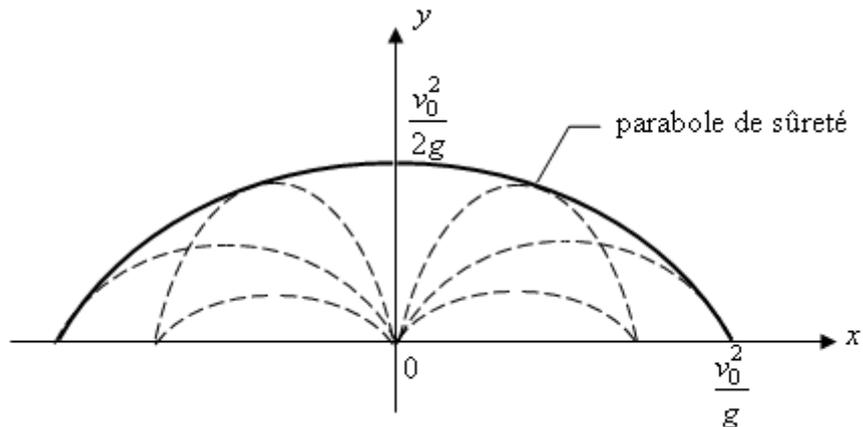
Et tout ça on a calculé sans tirer un seul coup ...

Mais maintenant il faut voir la réalité ...Et donc tirer un coup : c'est le tir de réglage .

- c) **Portée de réglage** : portée réelle d'un coup réel (mais c'est pas tout à fait un coup « réel » puisque c'est un tir de réglage ... ce n'est pas une charge explosive de la même nature que celles qui vont suivre qu'il transporte mais un fumigène ou de la poussière colorée pour marquer le point d'impact.
Dans certains cas, c'est parfois un « vrai tir » lorsque le sous sol est différent du sol comme lorsque le sous sol est bien « blanc crayeux » alors que le sol est brun .
C'est ce qui explique cette photo de 1917 : les zones jaunes de réglage ont été surcolorées à la main,mais le sous sol est blanc : c'est de la craie



La parabole de sûreté :



La parabole de sûreté est la parabole qui enveloppe toutes les paraboles de tir possible .

Deux points sont remarquables

- L'altitude max : V_0 au carré sur $2g$
- La portée max : V_0 au carré mais sur un seul g seulement .

Remarque :

La parabole de sûreté représente des courbes mathématiques théoriques et dans le vide !!!

Il est peu dangereux d'être « au-delà », mais il n'est pas du tout garanti qu'un obus « réel » dans l'air de surcroît, ne va pas en « réel » tomber au-delà ...

$$y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

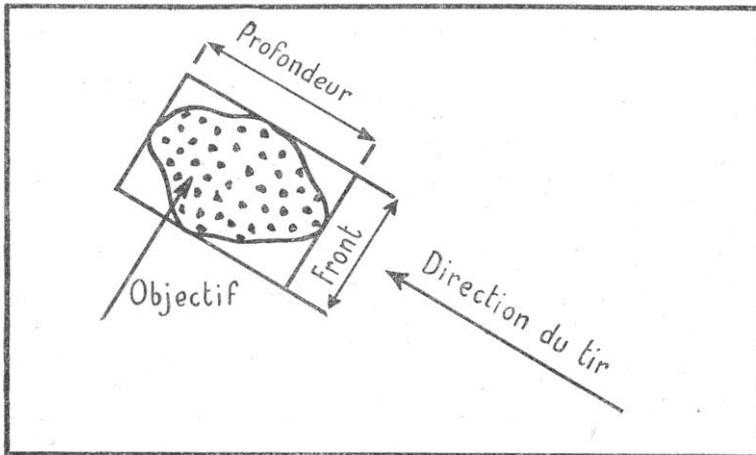
est l'équation de la parabole de sûreté.

Planification des tirs .



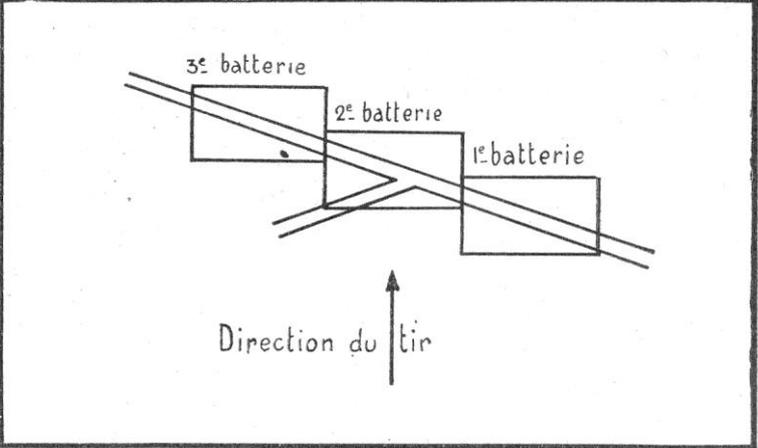
Détermination de la zone à battre : cas général .

- On prend la direction de tir comme axe .
- On met la cible dans un cadre à 2 côtés parallèles et 2 perpendiculaires à cette direction .



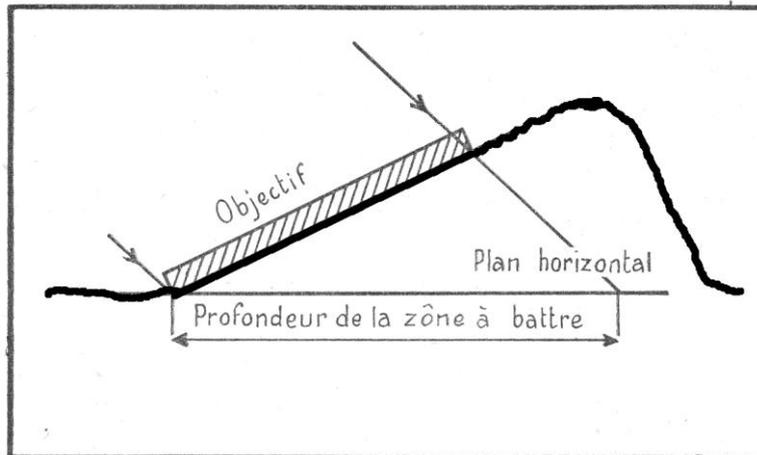
Détermination de la zone à battre : cas de la cible oblique.

Dans ce cas il est judicieux de diviser la zone à battre en sous zone

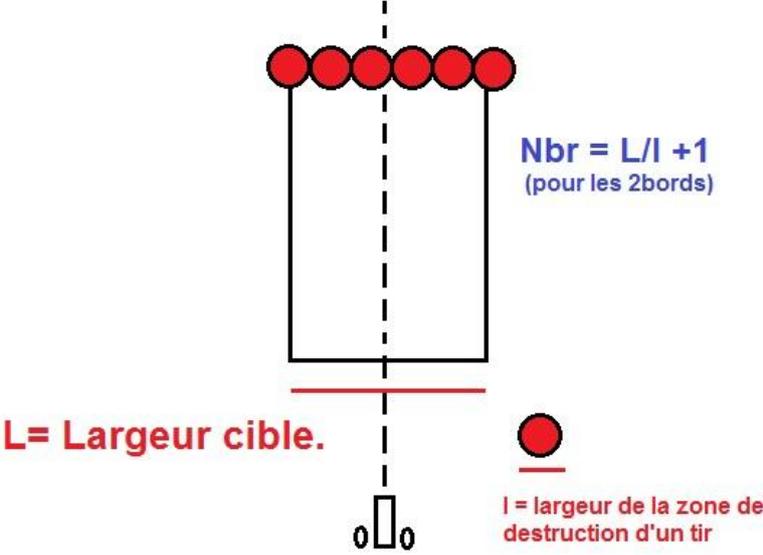


Détermination de la zone à battre : cas de la cible en pente :

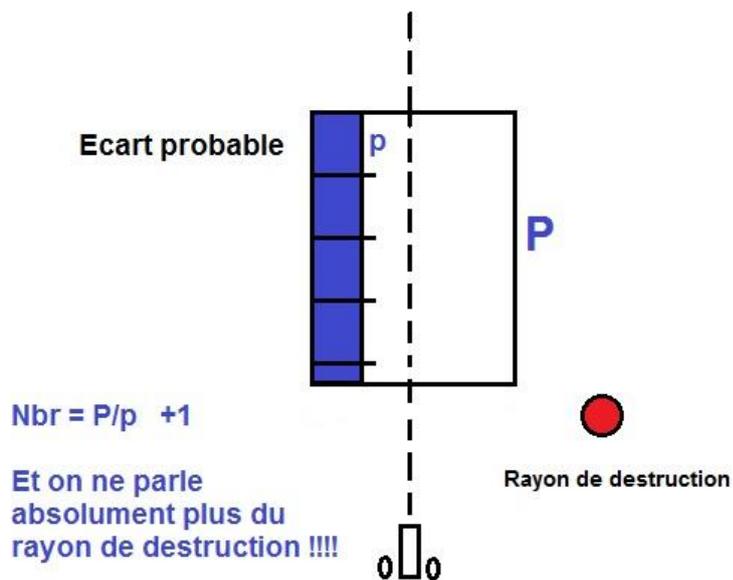
La zone à battre réelle est la projection sur l'horizontale de la zone à battre théorique.



Détermination du nombre de directions nécessaires .



Détermination du nombre de hausses nécessaires :



Le nombre total d'obus à tirer sur la surface de L sur P est de
de
 $[L/l + 1] * [P /p + 1]$

Ca fait beaucoup d'obus tout ça

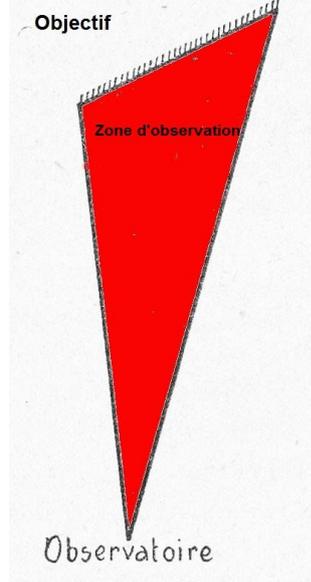
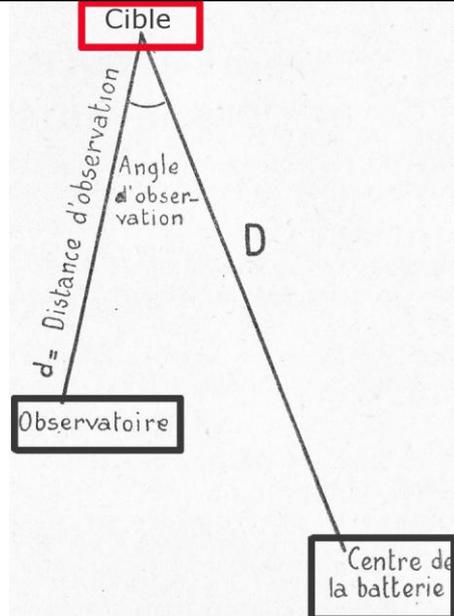
Qu'est ce qu'il faut faire si on en manque ?

On ne change pas le nombre de directions, mais on diminue le nombre de hausses .

Observation des tirs .



Définition de quelques termes :

<p>Zone d'observation .</p> <p>On remarque que la zone d'observation est entre l'observateur et la cible et ne va pas au-delà !!!</p>	
<p>Angle d'observation .</p>	

A partir de l'angle d'observation ,on définit le type d'observation :

Si cet angle est faible cad inférieur à 100 millième (en se basant sur le fait que $90^\circ = 1600$ millième), bref si cet angle est inférieur à 5° on déclare que **l'observation est axiale** en d'autres termes, que l'observateur est quasiment dans l'axe du tir ,mais légèrement déporté par mesure de sécurité ;

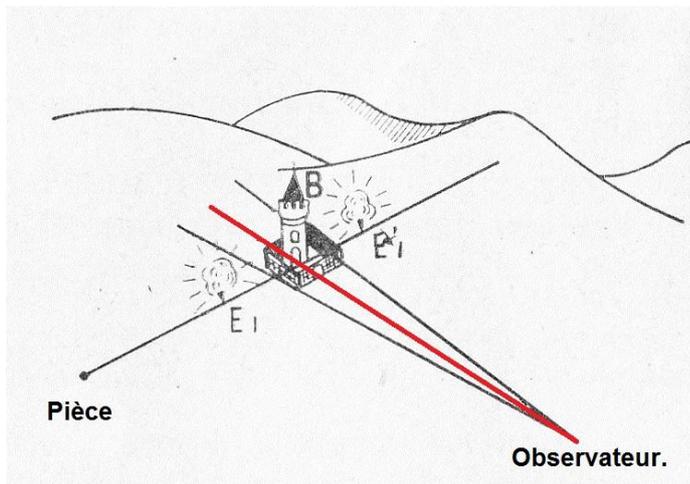
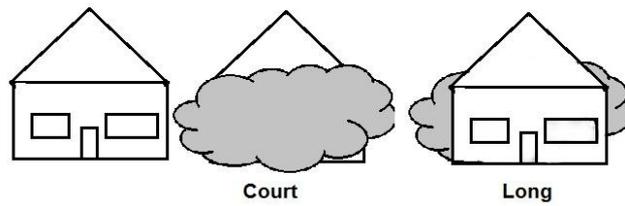
Si cet angle est supérieur à 5° on dit que **l'observation est unilatérale** .

Conventions pour l'établissement du rapport :

- **Le rapport d'un observateur est envoyé comme « lui » le voit réellement .**
- On donne dans l'ordre : direction – portée – hauteur d'éclatement.
- Un coup est « vu » uniquement si l'observateur a vu son éclatement .
- Un coup est totalement ou partiellement « non observé » si il manque 1 ,2 ou les 3 éléments du rapport : direction, portée, hauteur d'éclatement .
- Un coup est dans l'axe si il s'écarte de moins de 1 millième de l'axe cad de moins de $1/20^{\circ}$ de degré.
Un coup est à droite ou à gauche si il s'écarte de « plus » .
- Un coup est « au but » si non seulement il a touché le but , mais aussi si il y a fait de gros dégâts.

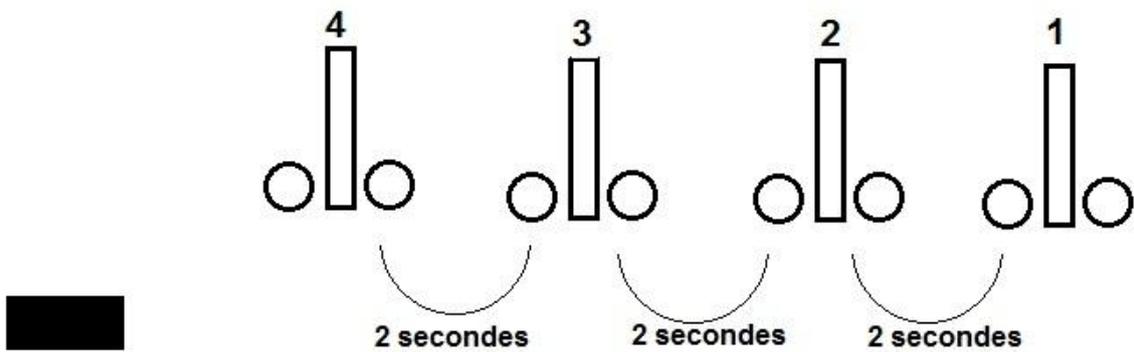
Ex de rapport : à droite 10 - non observé en portée .

Tir long ou court... quelques systèmes d'appréciations :



Si l'observateur est à droite de la pièce,
Tout ce qui apparaîtra sur sa gauche
est court.
Tout ce qui apparaîtra sur sa droite
est long.

Discipline de tir pour faciliter l'observation :



Généralement le tir se fait de la droite vers la gauche .

Il y a 2 secondes de décalages entre chaque tir pour pouvoir identifier et relever chaque impact (c'est « rapide »...faut de l'entrainement pour suivre...).

Si des conditions de vent gênent l'observation on peut faire le tir de la gauche vers la droite , mais c'est rarement utilisé .

L' observatoire de tir .

L'occupation d'un observatoire a lieu indépendamment de l'occupation de la position de tir .

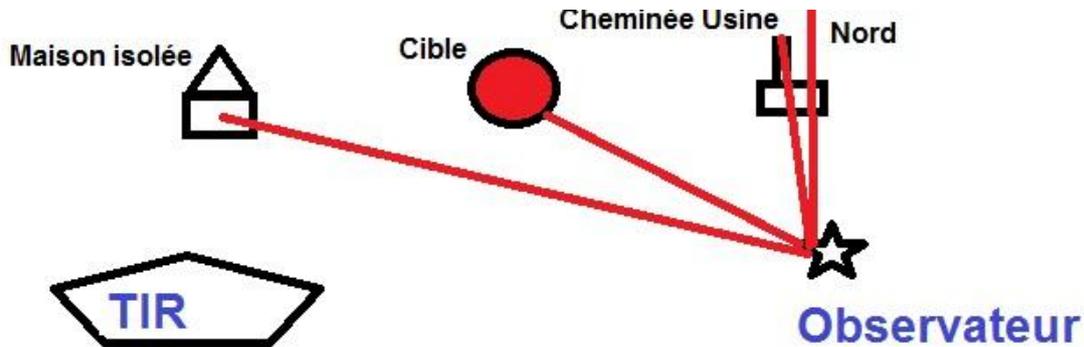
Les 3 points à avoir à l'esprit immédiatement sont :

Étude du terrain en général.

Repérage des positions ennemies ou des routes de progressions possibles .

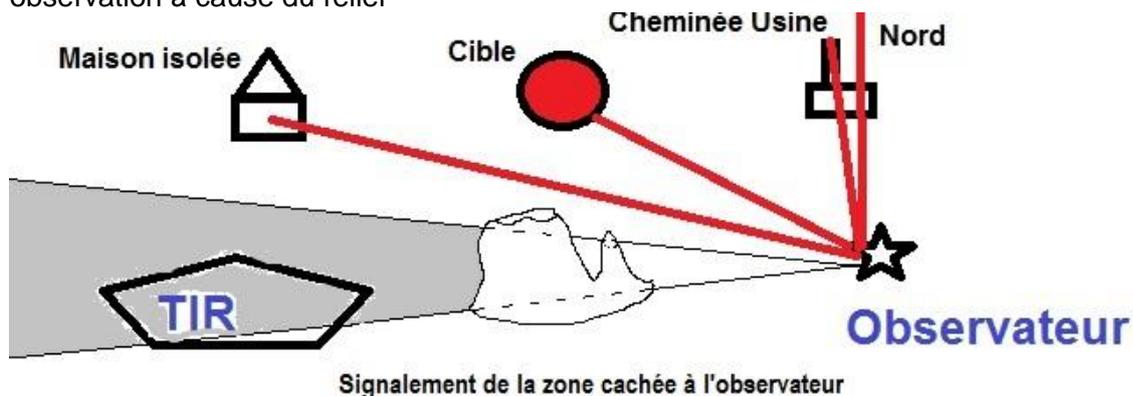
Repérage des troupes amies .

Dès qu'il est installé, l'observateur doit signaler au poste de tir sa position exacte et sa ou ses directions d'origine.



Dans ce cas, il y a 4 directions de surveillance déclarés

Dans un deuxième temps, l'observateur doit signaler les zones qui échappent à son observation à cause du relief



Gestion de la dispersion des tirs .



Qu'est ce que la « dispersion des tirs » ?

La dispersion des tirs, ce n'est pas une erreur de tir .

La dispersion des tirs est un phénomène statistique tout à fait normal : à chaque coup tiré, la charge est légèrement différente, le projectile est légèrement différent, la position , bien que corrigée après chaque coup pour la remettre à l'identique n'est pas tout à fait la même, les conditions météo ne sont plus les mêmes, la température de la pièce non plus, etc ...

Il y a donc une dispersion suivant une gaussienne .

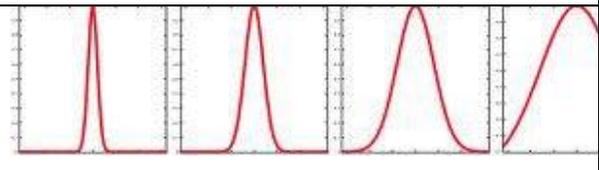
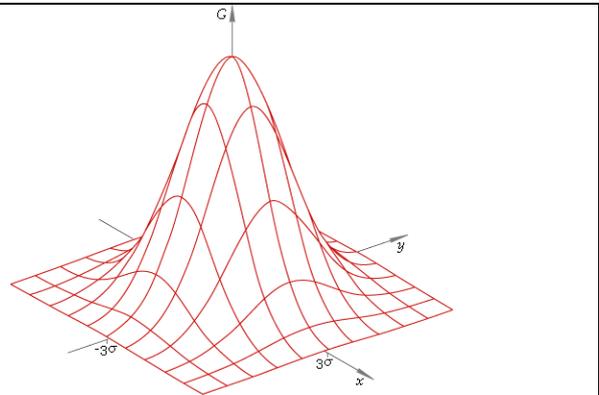
Mais il y a une dispersion en portée et une autre dispersion (perpendiculaire à la première) en direction .

Théoriquement donc, la dispersion devrait faire une belle gaussienne bien symétrique

Mais c'est pas ce qu'on constate dans la réalité parce que tous les éléments variable ne varient pas réellement aléatoirement ; certains varient quasi toujours dans le même sens : le sens du vent par exemple, la température du canon qui ne cesse d'augmenter, etc ...

On obtient donc des gaussiennes 3 d mais « brinquebalantes » ...

Par ailleurs,une gaussienne dans un sens par exemple celui de la portée peut être plus ou moins « serrée » par rapport à la gaussienne dans l'autre sens ,cad en direction



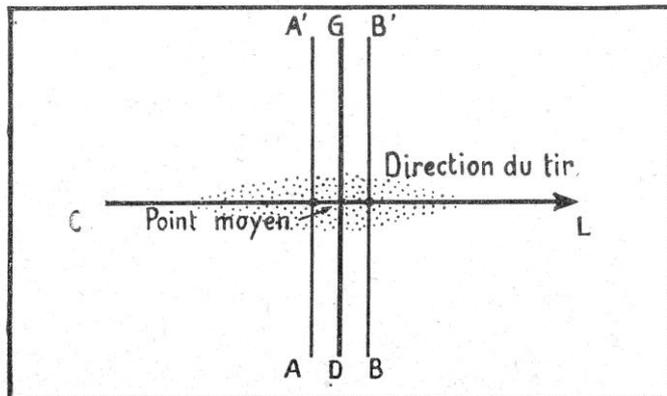
Bon...

Avec tout ça,il faut faire des calculs

On prend une pièce qui tire de gauche à droite .

A l'arrivée les impacts relevés sur la carte se répartissent « ainsi » .

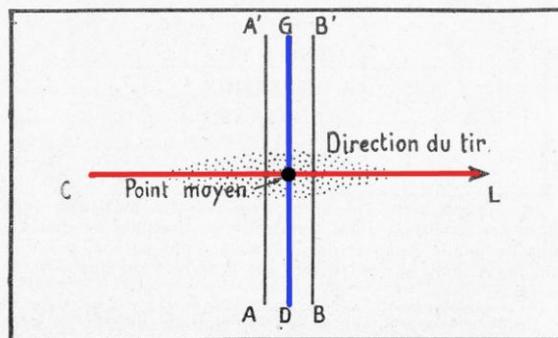
On constate comme expliqué précédemment que dans cet exemple la gaussienne de dispersion en portée est plus grande que celle en direction :



On prend le nuage de points, et on trace une première ligne verticale (ici G-D) qui divise la masse des points en 50-50 : 50% des impacts sont « au-delà » et 50 % sont « en deçà »

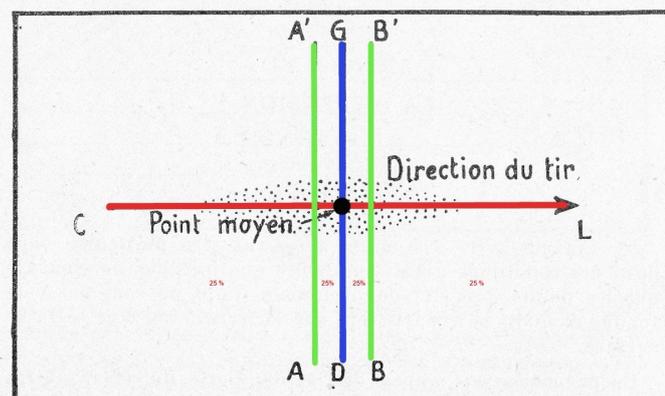
On prend le nuage de points et cette fois on trace une deuxième ligne (ds ce cas C-L) pour laquelle 50 % des impacts sont à gauche et 50 % à droite .

En combinant les 2 lignes on tombe sur un point qui est le point moyen .

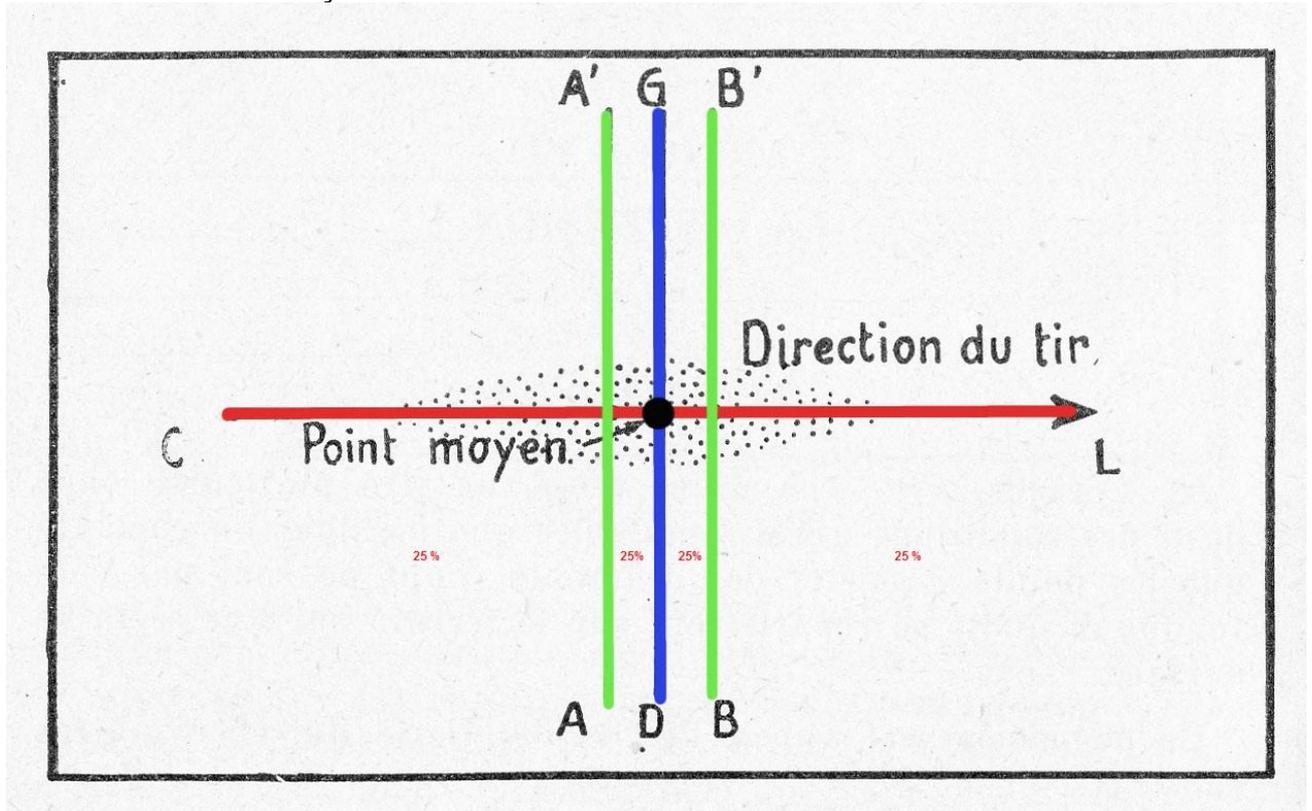


Bon... Il y a par la construction que l'on vient de faire , à gauche de la ligne bleue 50% des coups et à droite de la ligne bleue 50 % des coups .

On va de chaque côté diviser cette zone en 50% elle aussi, ce qui fait que l'on aura au final 4 zones inégales , mais comportant chacune 25 % des coups



Au final nous avons « ça » :

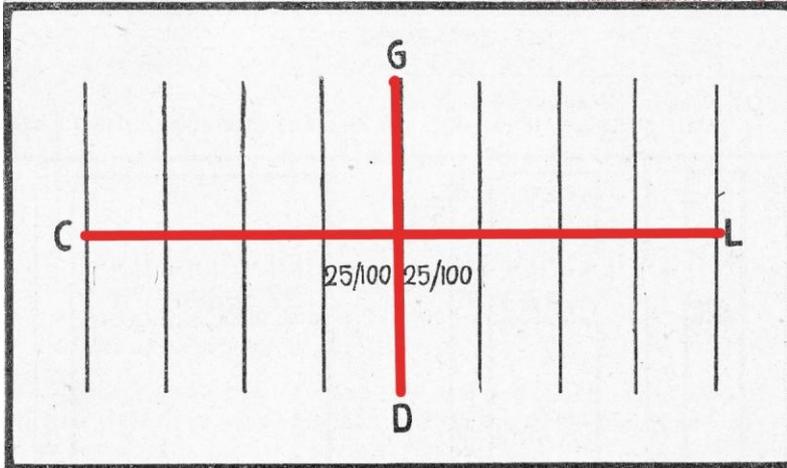


Toujours en théorie, si on a tiré un nombre infini de coups, la distance entre la ligne AA' et la ligne GD est égale à la distance entre la ligne GD et la ligne BB'.

Cette distance s'appelle : **l'écart probable** .
Et c'est le nœud de tout ce qui va suivre

Il y a un écart probable en portée et un écart probable en direction .
Ces 2 écarts probables ne sont pas les mêmes ; il n'y a qu'à regarder le dessin pour s'en convaincre ...

A partir de ce calcul d'écart probable, on peut définir ,grâce à la valeur de cet écart probable très facilement 4 zones de part et d'autre de la droite de référence GDIl suffit de prendre GD et de tracer 4 parallèles séparées les une des autres de la valeur de l'écart probable pour obtenir ceci :

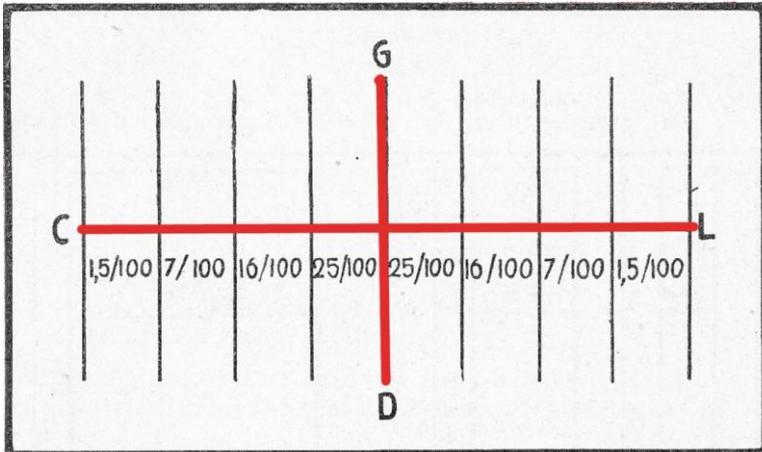


Et on sait déjà qu'il y a 25 % ds le premier intervalle de parallèles .

Mais on ne sait pas combien il y aura de % dans les 3 autres intervalle . Mais ce sont des gaussiennes !!!!

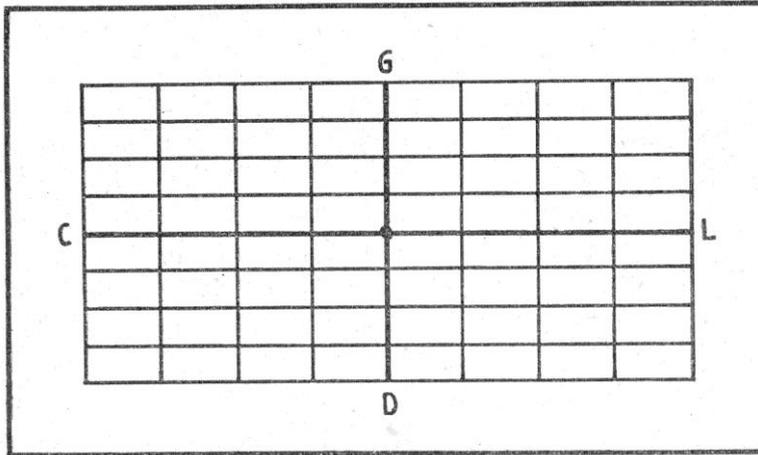
Il suffit donc de reprendre la ventilation d'une gaussienne « normale » (ni pincée ni étalée) et on va

trouver ceci :



Et on sait faire exactement la même chose mais pour les dispersions en direction ...

Vu qu'on sait faire exactement la même chose pour les dispersions en direction , si on combine les 2 on va tomber sur un tableau ainsi :



On constate que l'on a non pas des carrés mais des rectangles, car la dispersion en portée est plus grande que la dispersion en angulation .

Si on multiplie les probabilités on obtient un tableau de chiffre

« ainsi » :

	e_p								
	0,02	0,10	0,24	0,37	0,37	0,24	0,10	0,02	
	0,10	0,49	1,12	1,75	1,75	1,12	0,49	0,10	
	0,24	1,12	2,56	4,00	4,00	2,56	1,12	0,24	
	0,37	1,75	4,00	6,25	6,25	4,00	1,75	0,37	
a	0,37	1,75	4,00	6,25	6,25	4,00	1,75	0,37	Direction du tir. →
	0,24	1,12	2,56	4,00	4,00	2,56	1,12	0,24	
	0,10	0,49	1,12	1,75	1,75	1,12	0,49	0,10	
	0,02	0,10	0,24	0,37	0,37	0,24	0,10	0,02	

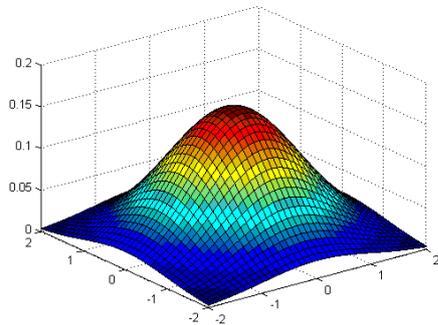
Et au final on va tomber sur un tableau de dispersion « ainsi »...

Grosso modo on peut dire que l'écart probable est :

- **En portée : de $1/200^\circ$ de la portée .**
- **Direction : de $1/2000$ de la direction .**

De l'écart probable à la fourchette :

Nous avons ici la gaussienne 3 d des probabilités de dispersion d'un seul impact.



Mais nous allons tirer plusieurs coups pour être sûr de tirer sur tous les points de la zone .

Si on tire trop loin, on va laisser des zones libres .

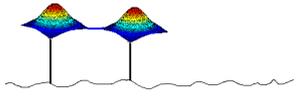
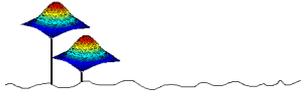
Si on tire trop près on va détruire ce qui a été déjà détruit .

Il faut donc trouver la distance « idéale » entre 2 salves .

La distance idéale entre 2 impacts est la fourchette .

La fourchette = 4 écarts probables .

Regardons ce que cela donne avec des gaussiennes :

1 seul coup	
2 coups beaucoup trop éloignés ; en théorie mathématique, la probabilité n'est jamais nulle et donc les nappes sont jointives, mais « sur le terrain », elles sont nettement distinctes. Ça ne va pas, il y a des zones « non détruites ».	
Deux coups trop rapprochés .	
Deux coups à bonne distance la somme des 2 bleus donne un rouge	

Qu'est ce que ça veut dire la fourchette « sur le terrain » ?

- La fourchette est la différence à respecter entre 2 lignes successives de tir .
- La fourchette = 4 écarts probables .
- 1 Écart probable est de $1/200^\circ$ de la portée .

Si la cible est à 1000 m ,la ligne de tir doit être décalée à chaque fois de 5 m.

Si la cible est à 10.000 m ,la ligne de tir doit être décalée à chaque fois de 50 m.

- Oui, mais euhhhhhh...
- Si on tire une salve de batterie puis on tire la salve suivante 50 m plus loin... on aura pas tout détruit ...
- Le rayon de destruction dépend aussi du calibre quand même ?....

Oui et non ...

Tout ce qu'on vient de dire est si on a tiré un temps infini sur une zone, qu'il faut déplacer la zone de tir d'un écart probable .

Il faut encore que le rayon de destruction d'un impact couvre cet écart probable ...

Instruments de mesure et trajectoires.



- Les instruments de mesure de l'artilleur.
- Calcul de la vitesse d'une balle de fusil .
- Méthode de calcul des trajectoires
- Exemples chiffrés de calcul de trajectoires .

Les instruments de mesure de l'artilleur.



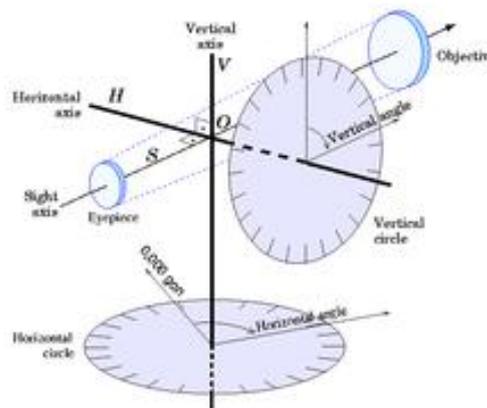
Le sitomètre :

Pas de quoi s'exciter : une boussole et une aiguille de relèvement
C'est du bricolage d'observateur avancé



Le Théodolite :

Ca c'est du sérieux : un instrument d'optique qui donne à la fois la direction et l'altitude .



Le télémètre laser

Efficace jusque 20 km , cad la limite optique (en général)
Disponible pour l'artillerie, les sniper et même les chasseurs et le golf !!!!...



Pour la chasse



Pour le choix du « fer » dans le Golf !!!!!



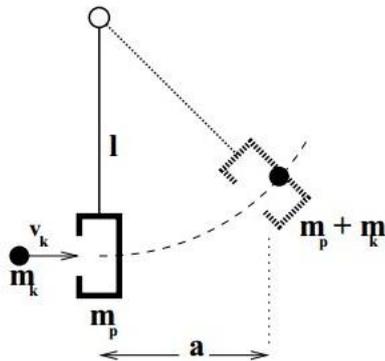
Calcul de la vitesse d'une balle de fusil .



Il existe plusieurs méthodes :

Le pendule à inertie :

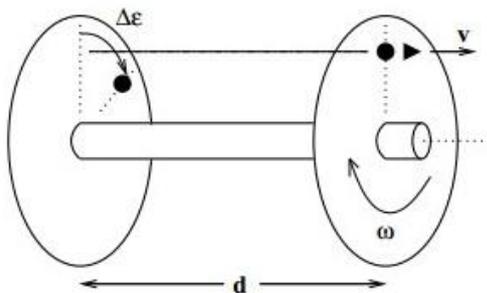
la masse de la balle multipliée par sa vitesse est égale à la masse de l'ensemble balle + cible multipliée par la vitesse



Les deux cylindres en rotation rapide

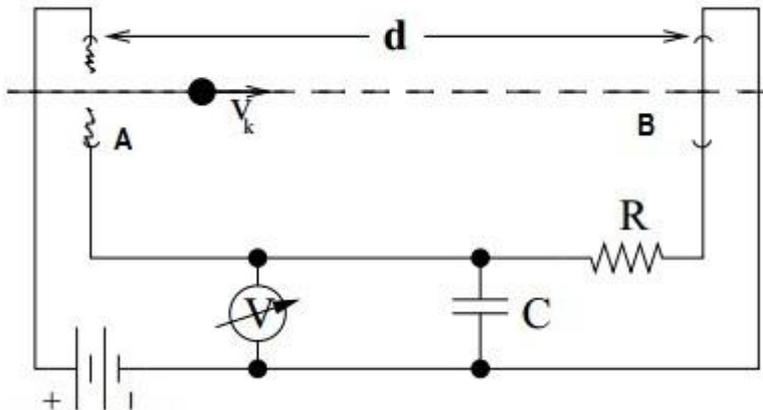
La balle va frapper le premier cylindre à un endroit et le deuxième cylindre, disposé à une distance « d » sera frappé ensuite.

Mais comme les cylindres tournent, l'impact du 2° se fera autre part que dans le prolongement du premier ...



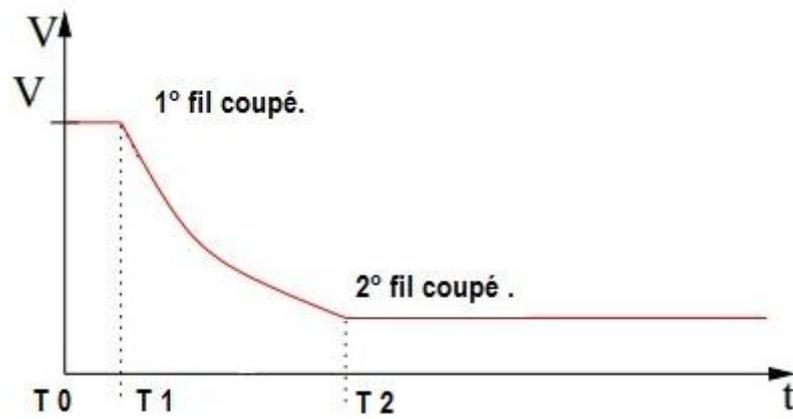
Les 2 fils qui se coupent :

On fait ce montage .



Dans ce montage la tension est constante, et on la mesure de façon constante . .
Quand le fil est coupé en « A »,le condensateur commence à se décharger .
Quand le fil se coupe ensuite en « B »,le condensateur cesse de se décharger .

On obtient ce graphique :



Exemples pratiques de calcul :



Exemples pratiques de calcul :

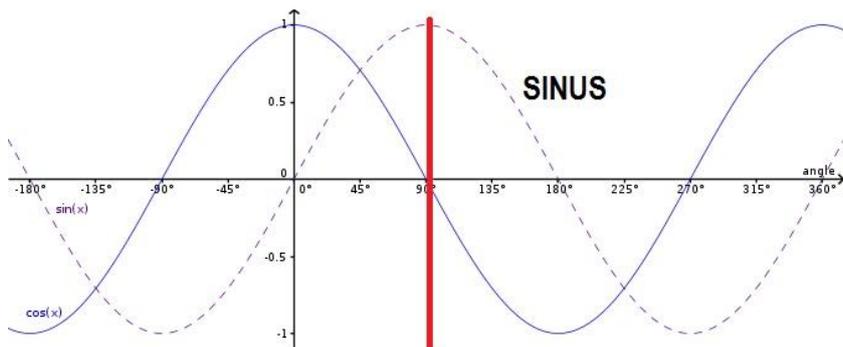
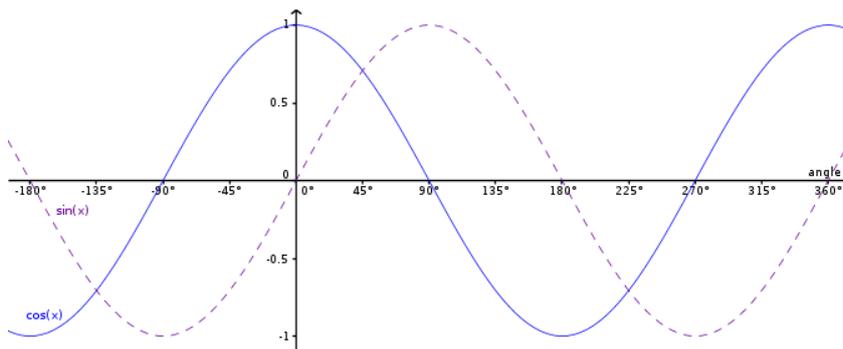
A : Rappel mathématique ...

Les valeurs de sinus et de cosinus ...

Les équations parlent de sinus « 2 alpha », cad qu'on arrive facilement au-delà de 90° cad que les complications commencent dès que $\alpha = 45^\circ$, puisque « au-delà », les sinus ne sont plus repris dans les tables ... puisque la fonction sinus se répète ...

Encore faut il savoir comment la calculer ... cad comment ramener un angle quelconque $>$ que 90° à son équivalent entre 0 et 90°

Jusque $\sin 2\alpha = \sin 90^\circ$... il y a pas de problème
Au-delà, il faut un peu réfléchir à ce qu'est la fonction « sinus » ...



**De 90 à 180 , 90 est l'axe de symétrie des sinus .
Le sinus d'un angle de X degré de plus que 90 ,
Est le même que celui d'un angle de X degré de moins que 90 .**

Sinus de $100 =$ donc sinus de 80

B : rappel des formules :

Portée si le canon et la cible sont à mm hauteur :	$x = 2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha / g$
Portée si le canon est sur une hauteur	
Flèche si le canon et la cible sont à mm hauteur	$z_{\max} = v_0^2 \sin^2 \alpha / 2g$
Flèche si le canon est sur une hauteur	

C Rappel des valeurs sinus et cosinus .

1 degré = 20 millièmes !!!!

Angle en degré	Sinus	Cosinus	tgt
0	0	1	0
10	0.17	0.98	0.17
20	0.34	0.94	0.36
30	0.50	0.86	0.57
40	0.64	0.76	0.83
45	0.70	0.70	1
50	0.76	0.64	1.192
60	0.86	0.50	1.73
70	0.94	0.34	2.74
80	0.98	0.17	5.67
90 (89 °)	1	0	57

**Le sinus d'un angle de X degré de plus que 90,
Est le même que celui d'un angle de X degré de moins que 90.**

Tangente alpha = sinus alpha divisé par cosinus alpha .

Artillerie française 2012.



- Généralités
- 55 Auf 1
- Caesar

Artillerie française 2012 : Généralités .



L'artillerie française s'articule en 2012 sur 2 concepts : le 155 Auf 1 : chenillé blindé et le canon Caesar monté sur camion légèrement blindé .

Le 155 Auf 1 a été conçu du temps de la guerre froide et est particulièrement apte à survivre dans des situations de combat extrêmement intenses .

Il s'agit d'un chenillé sur châssis AMX 30 capable donc d'accompagner les chars Leclercq dans leur progression .

Mais les désavantages sont à la mesure des avantages : il est lourd, cher, et relativement lent, cad peu adaptés aux conditions actuelles de combat conflits de basse à moyenne intensité .

Le Caesar est son pendant : rapide, économique, mais peu blindé . .

Artillerie française 2012 : Le 155 Auf 1



Il s'agit d'un canon automatique de 155 mm monté sur un châssis AMX 30 .

Portée : 23,5km (munition normale).

Portée : 28km (munition à portée étendue).

Champ de tir en direction : 360°

Champ de tir en hauteur : 5° à 66°.

Délais de mise en batterie : 2 à 3 minutes.

Délais de changement de position d'une 1/2 portée : 1 heure.

Délais de réapprovisionnement : un quart d'heure avec 4 hommes.

Vitesse initiale : 810 m/s - 6 coups / 45s.

La munition normale est l'obus à culot creux (qui permet de plus hautes pressions).

Les douilles sont combustibles.

Capacité d'emport de l'automoteur

42 coups complets:

7 casiers de 6 obus,

7 casiers de 6 douilles combustibles.

Cadence de tir

Un dispositif d'alimentation automatique en munitions, utilisant des douilles combustibles, permet de tirer 6 coups en 45 secondes, 12 coups en 2 minutes. En cas de panne partielle ou totale de ce dispositif, le tir est encore possible manuellement mais à cadence réduite.

La véritable limitation de la cadence de tir est l'échauffement du liquide de freinage ; en cas de blocage du système, il peut y avoir destruction du poste de tir lors du départ d'un coup .

Artillerie française 2012 : Caesar .

(pour **C**Amion Equipé d'un Système d'ARtillerie)..



Il s'agit d'un nouveau concept : plus facile à mettre en œuvre qu'un canon tracté, plus rapide à déplacer aussi ,par contre ,il est moins bien protégé contre des tirs de contrebatteries,néanmoins ,sa haute mobilité et sa très longue portée (40 km) le rendent peu susceptible de devoir subir un tir de contre batterie .

La portée du caesar est plus grande : 42 km au lieu de 28 avec un obus de portée « étendue » pour le 155 Auf 1

Armement principal Canon de 155 mm/52 cal. à chargement semi-automatique.
Portée : 4,5 km à 42 km (obus ERFB), plus de 50 km (obus roquette)
Capacité de tir 6-8 coups/min. jusqu'à 42 km;

Vitesse sur route 100 km/h
Autonomie 600 km

Son coût unitaire est de 5 millions US\$.
Il est particulièrement bon marché à l'achat, l'entretien et l'utilisation comparé à l'Auf 1 et même aux canons tractés usuels.

Aérotransportable en C-130H

Guidage pointage par centrale inertielle, conduite de tir par calculateur ;

Chaque pièce dispose de son propre calculateur balistique intégré et autonome ainsi que de son système de navigation.

Le pointage est automatique et ne demande aucune action humaine.

La position de l'objectif peut être introduite par l'équipage ou par transmission de données radio depuis un centre de commandement ou un observateur avancé.

Toutes ces opérations d'acquisition de données (objectif, paramètres météo...) et de calcul balistique sont effectuées en temps masqué lorsque la pièce rallie son point de tir.

L'ensemble de ces dispositifs permet de réduire à moins de trois minutes le délai entre l'arrivée sur le point de tir et le départ, après avoir délivré une salve de six coups, rendant inefficace les tirs de contre-batterie.

Acronyme - Lexique- Mesures



- **Acronyme.**
- **Lexique .**
- **Mesures anglaises.**

Acronymes.



POA Point of Aim Point Visé
POI Point of Impact Point Touché ...

BC Ballistic Coefficient : « qualité » relative de l'aérodynamisme du projectile .

Kill zone Écart entre 2 trajectoires différentes avec des impacts différents, mais les 2 impacts auront le même effet sur la cible qui sera détruite

PBR Point Blank Range : distance à partir de laquelle et jusqu'à laquelle le projectile reste dans la « kill zone »....

Mais parfois, comme la trajectoire est « balistique », cette distance peut être scindée en 2 ...

Elle est en dessous,

Elle rentre en dessous, elle sort au dessus (1° partie)

Elle est au dessus.

Elle rentre par le dessus elle sort au dessous (2° partie)

MOA Minute d'angle : 16 minutes = 1 degré .1

Lexique .



Les angles.

L'unité d'angle est le millièmètre vrai cad le millièmètre de radian .

Le millièmètre vrai est l'angle sous lequel on voit à 1000 m un objet de 1 m.

un degré = 20 millièmètres

Le Gisement est l'angle compté suivant le sens des aiguilles d'une montre entre le nord et la cible ... c'est son cap boussole

Les différents « coups » :

Un coup est « vu » uniquement si l'observateur a vu son éclatement .

Un coup est totalement ou partiellement « non observé » si il manque 1 ,2 ou les 3 éléments du rapport : direction, portée, hauteur d'éclatement .

Un coup est dans l'axe si il s'écarte de moins de 1 millièmètre de l'axe

Un coup est à droite ou à gauche si il s'écarte de « plus » .

Un coup est « au but » si il a touché le but ,ET si il y a fait de gros dégâts.

Les différentes « portées » :

Portée des tables : portée indiquée dans une table .

Portée corrigée : portée corrigée au départ d'éléments divers contenus eux aussi dans d'autres tables (vitesse du vent, hygrométrie, etc ...).

Portée de réglage : portée établie après un tir réel .

Les différents « types de tir » :

Tir de destruction .

Tir sur des cibles qui vont de la tranchée au bunker pour la détruire de fond en comble.

Tir de neutralisation :

Tir suffisant pour rendre la cible inutilisable , bien qu'elle subsiste encore à l'état de ruine .

Tir de harcèlement :

Tir sporadique

Tir de balayage .

On tire en « fusant » sur une surface de telle façon que le déplacement sur cette surface ne soit plus possible .

Un exemple type est le tir de couverture d'une progression d'infanterie :

- Devant, on tire en percutant sur des cibles retranchées .
- Derrière, on tire en fusant sur les survivants des cibles qui essaieraient de se regrouper .

Tir d'accompagnement

Tir visant à accompagner et couvrir une attaque

Tir d'arrêt

Tir permettant d'arrêter une colonne quelconque (infanterie, véhicules, blindés).

Tir d'arrêt d'appui direct

Ce tir est exécuté au plus près des lignes amies à la demande du chef de l'unité appuyée.

Tir d'aveuglement

Tir exécuté en obus fumigènes créant un rideau de fumée devant l'ennemi. Le tir est débuté à cadence rapide de façon à former au plus tôt un nuage dense qu'on entretient ensuite par un tir lent et régulier dont la cadence varie avec la force du vent.

Tir d'efficacité

Intervient après un tir de réglage ; on tire durant un temps donné, sans refaire de réglages.

Tir d'encadrement

Tir intense visant à encadrer une zone précise, ne donnant pas la possibilité à l'ennemi de s'enfuir.

Tir d'enfilade

L'artillerie se place de préférence en prolongement des faces des ouvrages afin de les "enfiler" ; le cas classique est de prendre en enfilade une tranchée.

Tir d'entretien de destructions

Tir sur une zone détruite après le tir de destruction. Ce tir se fait à intervalles réguliers et permet de maintenir la position détruite, inexploitable par l'ennemi pour y faire des réparations par exemple .

Tir d'interdiction

Lorsque qu'une zone a été détruite par notre artillerie en vue d'une attaque, on continue un tir sur cette même zone, en attendant l'attaque, afin d'empêcher l'ennemi d'y reprendre position.

Tir de barrage

Barrage d'une zone déterminé par un feu intense empêchant l'ennemi de progresser ou de contre-attaquer.

Tir de barrage roulant

Tir de barrage ,mais qui ne reste pas fixe ; il accompagne le déplacement de l'infanterie .

Tir de concentration

Tir intense sur une zone relativement étroite.

Tir de contre-batterie

Ouverture du feu sur une batterie repérée ouvrant le feu, afin de la réduire au silence.

Tir de contre préparation

Tir effectué sur une troupe ennemie afin de l'anéantir ou de la neutraliser avant qu'elle déclenche son attaque.

Tir de destruction

Tir intense sur un objectif donné pour le détruire. Tir devant être très précis, car grand consommateur de munitions ; les munitions devant tomber pile poil sur l'objectif

Tir de fausse-attaque

Tir obligeant l'ennemi à révéler des batteries et des mitrailleuses qu'il dissimule jusqu'au dernier moment.

Tir de harcèlement

Ce sont des tirs ayant pour but de créer un sentiment d'insécurité.

Tir de neutralisation

Tir contre le personnel, afin de neutraliser une position quelconque, en évitant de détruire le matériel : tir à obus à balles, à mitraille.

Tir de préparation

Tir détruisant les obstacles, organes de feu de l'ennemi pour préparer la progression de l'infanterie. on le trouve plus souvent intitulé "préparation d'artillerie".

Tir de protection

Tir lors d'une attaque sur l'ennemi afin de protéger la progression de l'infanterie, en interdisant l'artillerie ou l'infanterie ennemie de riposter. Neutralisation des observatoires, etc.

Tir de ratissage

Tir au-delà du barrage roulant, battant le terrain et des zones dispersées pouvant servir de retranchement à l'ennemi. Le tir de ratissage peut atteindre 500 m de profondeur.

Tir de régimage

Le régimage permet de faire apparaître la perte de vitesse initiale des obus, suite à l'usure des bouches à feu. Dans une batterie, une des pièces est désignée "directrice". Cette pièce effectue des tirs qui seront comparés aux tables de tir. Les autres pièces de la batterie ouvriront le feu dans les mêmes conditions et réglages que la pièce "directrice", leurs tirs seront ensuite comparés.

Tir de réglage

Tir effectué avec un type d'obus quelquefois fumigène permettant de régler les tirs suivants.

Tir de soutien immédiat

Ces tirs ont pour but de couvrir au plus près les premiers échelons du dispositif d'attaque et, à cet effet, de détruire ou, à défaut, de neutraliser à l'instant opportun le personnel et les engins de feux ennemis.

Tir de surprise

Tir sur un objectif n'ayant pas décelé votre présence, la surprise ayant un effet intéressant de panique.

Tir sans réglages avec une grande densité de munitions.

Tir désencuvrant

Tir effectué avec une charge comportant une mini charge désencuvrante constituée d'un alliage de plomb et d'étain. Pour le 75, la charge est de 2g, alors que pour le 155, elle est de 20g.

Tir direct

Se dit d'un tir sur un objectif visible. Le tireur voit l'objectif.

Tir discontinu

Tir exécuté avec une batterie ou un groupe, tirant à chaque fois, en un temps aussi court que possible, quelques coups par pièce.

Tir en brèche

Tir pour ouvrir une brèche dans un obstacle .

Tir fusant

Tir effectué à l'aide d'obus muni d'une fusée à double effet, fusante, à temps. Le principe est d'envoyer un obus sur un objectif et de le faire exploser au-dessus de celui-ci, sans qu'il rencontre d'obstacle.

Tir indirect

Se dit d'un tir sur un objectif invisible. Le tireur ne voit pas sur quel objectif, il tire. Le tir direct oblige à pratiquer ce que l'on appelle le tir plongeant.

Tir par fauchage

Tir effectué en direction sur une zone précise, de la gauche vers la droite, ou inversement, afin de faucher les troupes ennemies qui s'y trouvent.

Tir percutant

Tir effectué avec des obus munis d'une fusée percutante.

Tir plongeant

On appelle tir plongeant, un tir qui s'exécute avec des charges réduites et dans lequel la trajectoire possède une courbure plus prononcée et le projectile une vitesse plus faible que lors d'un tir direct. Ce genre de tir permet d'atteindre des buts couverts et invisibles qu'on ne saurait frapper de plein fouet.

Tir vertical

Le tir a une courbure extrêmement prononcée, le projectile s'élevant à une très grande hauteur, retombe avec un angle de chute proche de la verticale. Obusiers et mortiers sont à cet effet, des matériels adaptés au tir vertical, ayant un pouvoir d'écrasement que l'on ne peut obtenir avec des matériels conventionnels.

Tirs fusant et « hausse » :

En gros :

- ils fusent, et peu percutent : « tir à hauteur plus un écart probable »
- 50-50 de fusants et de percutants : « tir à hauteur nulle ».
- ils percutent et peu fusent : « tir à hauteur moins un écart probable ».

Quelques formules « dans le vide » :

$$x(t) = v_0 \cos(\beta)t$$

$$y(t) = v_0 \sin(\beta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y = x \cdot \tan(\beta) - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \beta} x^2$$

$$x_A = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\beta)$$

Portée

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \beta$$

Hauteur max :

Vitesse horizontale = vitesse de sortie x Cos alpha .

Mesures « anglaises » .



Approximation
1 yard = 0.9 m
1 millième = 3.33 minutes
1 minute = 0.3 millième
1 degré = 20 millième
1 pied = 30.4 cm

Mesures « civilisées » ...

Angle en degré	Sinus	Cosinus
0	0	1
10	0.17	0.98
20	0.34	0.94
30	0.50	0.86
40	0.64	0.76
45	0.70	0.70
50	0.76	0.64
60	0.86	0.50
70	0.94	0.34
80	0.98	0.17
90	1	0

Le sinus d'un angle de X degré de plus que 90,
Est le même que celui d'un angle de X degré de moins que 90.

Moyen Mnémotechnique ...

Et tangente = sinus/cosinus

Valeurs particulières de sin et cos

Angle en radian	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$
Angle en degré	0	30	45	60	90
sin	$\frac{\sqrt{0}}{2}$	$\frac{\sqrt{1}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{4}}{2}$
cos	$\frac{\sqrt{4}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{1}}{2}$	$\frac{\sqrt{0}}{2}$
tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	ind.

Site internet de graphisme et calcul :

<http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/balistique/balistique.htm>

<http://www.webphysique.fr/Exercice-corrige-sur-le-mouvement.html>



Aïe is not good for you !