

Les fléchettes, une arme efficace ?

Un projectile qui suscitait la crainte de l'ennemi

Le célèbre ingénieur Clément Ader fait part, en 1909, de son idée de fléchettes lancées depuis les airs dans son livre *L'aviation militaire*. Préconisée par le colonel Bon, la fléchette est présentée initialement à « l'Aérocible Michelin » en 1912 au camp de Châlons. Ce concours, créé par deux industriels, les frères Michelin, avait pour but de stimuler les inventeurs et les pilotes militaires dans la recherche de la précision du bombardement aérien. L'épreuve était destinée à savoir si les avions français, en cas de conflit, auraient été capables de détruire les Zeppelins allemands avant qu'ils ne prennent l'air.

La fléchette Bon est utilisée au cours de la campagne du Maroc en 1912-1913. Le général Lyautey en réclame ainsi, dans son rapport du 17 mai 1912, 300 kg. Après la déclaration de guerre en 1914, de grands stocks de fléchettes sont disponibles et sont distribués dans les escadrilles. Dès le 16 Août 1914, le Grand Quartier Général français donne ses instructions : l'emploi de tels projectiles doit être généralisé. Ils sont lancés en même temps que

Date d'utilisation	Lieu	Quantité déversée
26 août 1914	Secteur de Gerbillier et Baccarat	1000 fléchettes
23 septembre 1914	Bombardement sur Thiaucourt	6000 fléchettes
février 1915	Bombardement du quartier général du Kronprinz impérial à Stenay	2500 fléchettes
2 octobre 1915	Bombardements à Vouziers et Challerange	5000 fléchettes

des obus lors de bombardements sur les troupes allemandes. Quelques exemples sont donnés dans le tableau ci-dessus. Le lancement de fléchettes sur le terrain d'aviation de Burlioncourt (à 2,5 km au nord d'Hampont) dans la nuit du 17 au 18 octobre 1915 est probablement la dernière attestation de l'emploi de fléchettes qui disparaissent ensuite des communiqués.

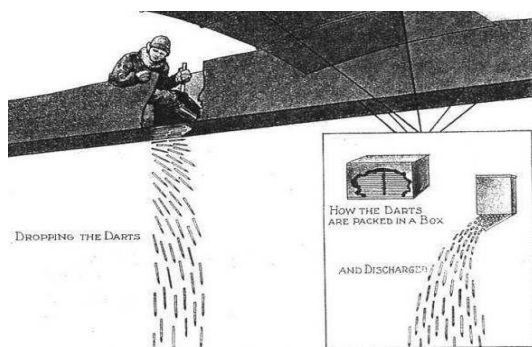
Les dégâts sont variables. Beaucoup de fléchettes sont perdues ; certaines sont cependant meurtrières. L'exemple le plus frappant a lieu le 27 août 1914 lorsque le général von Meyer, commandant la 37^{ème} brigade de Landwehr, s'effondre en montant dans sa voiture : une fléchette le touche à l'épaule et pénètre jusqu'à ses intestins. Même si leur efficacité peut être discutée en général, les fléchettes Bon constituaient un sujet de crainte permanent chez les Allemands dès qu'ils étaient survolés par un avion. En effet, aucun sifflement caractéristique n'accompagnait la chute de ces projectiles et les victimes indiquaient n'avoir ni vu ni entendu arriver ces dards vulnérants ; c'est la douleur de l'impact et de la pénétration qui leur faisaient prendre conscience de leur blessure. Seuls, parfois, les rayons du soleil se reflétaient sur le métal dans l'air et permettaient d'annoncer une pluie d'acier, ce qui valut à la fléchette le surnom de « Mort silencieuse ».



La recherche de la meilleure efficacité

Pour réduire au maximum l'encombrement dans l'avion, le premier modèle de fléchette était à section carrée, mesurait 63 mm de longueur et 6 de côté, il pesait 9 g et avait une pointe conique de 60°. Après des essais portant sur la verticalité et la vitesse de chute, ce fut finalement un modèle à corps rond de 8 mm de diamètre, d'une longueur de 100 mm réalisé dans un barreau d'acier doux, à pointe conique de 30° et un poids conique de 30 g qui fut adopté avec de bien meilleurs résultats. Ce modèle comportait, sur plus de la moitié de sa longueur, des cannelures fraisées formant des ailerons, ceci afin d'améliorer sa trajectoire. D'autres exemplaires ont une longueur de 120 mm pour un poids de 20 g. Ce sont les Français puis les Allemands et les Anglais qui contribuèrent à l'amélioration d'un profil permettant de réduire la proportion de projectiles tombant à plat ou de biais et donc nettement moins efficaces.

Les fléchettes sont rangées à la verticale dans des boîtes par rangée de 50. Pour arroser l'ennemi, l'aviateur n'a qu'un levier à manœuvrer et les 50 dards tombent immédiatement de l'avion, se dispersant sur un quadrilatère de 200 m de long pour une altitude de lâcher de 500 m ce qui permet une chute de 20 s au minimum et une vitesse atteinte de 100 m/s nécessaire pour l'efficacité recherchée.



Dès janvier 1913, le médecin major Vennin se livre à une étude du pouvoir vulnérant des fléchettes. Le choc correspond, pour une chute de 250 m, à une pénétration de 20 à 29 mm dans une planche de sapin. Deux séries d'essais sont effectués par Vennin (qui ne possède que d'une hauteur de chute de 13 m et qui envoie un projectile spécial avec une vitesse verticale déjà conséquente) : sur une planche recouvert de vêtements et des cadavres placés dans diverses positions. Les seules blessures réellement sérieuses concernent les 8 dm² de la calotte crânienne et la pénétration à partir de l'épaule sans rencontre d'os avec une pénétration importante pouvant entraîner des lésions graves. Les plaies des extrémités inférieures sont aussi très sérieuses. La fléchette transperce le pied, provoque des éclatements osseux et facilite tout particulièrement l'infection tétanique à cause des souillures par la terre.



Détermination de la vitesse de chute et de l'énergie d'une fléchette arrivant au sol

On étudie une fléchette dans le référentiel terrestre assimilé galiléen. Cette dernière est larguée à $h_0 = 500$ m d'altitude depuis un avion voyageant à $v_0 = 120$ km/h. On considère qu'elle tombe en chute libre dans le champ de pesanteur uniforme \vec{g} . On choisit un repère avec origine au sol comme sur le schéma ci-contre. Les conditions initiales sont donc $x(t=0) = y(t=0) = 0$ et $z(t=0) = h_0$ et $v_x(t=0) = v_0$, $v_y(t=0) = 0$, $v_z(t=0) = 0$

D'après la deuxième loi de Newton appliquée à la fléchette de masse $m = 30$ g invariante,

$$m \cdot \vec{a}_G = \sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m \cdot \vec{g} \text{ soit } \vec{a}_G = \vec{g}$$

$$\text{D'où } \begin{cases} a_x(t) = \ddot{x}(t) = 0 \\ a_y(t) = \ddot{y}(t) = 0 \\ a_z(t) = \ddot{z}(t) = -g \end{cases} \text{ avec l'orientation choisie.}$$

$$\text{Ainsi } \begin{cases} v_x(t) = \dot{x}(t) = c_1 \\ v_y(t) = \dot{y}(t) = c_2 \\ v_z(t) = \dot{z}(t) = -g \times t + c_3 \end{cases} \text{ Or, en } t = 0 \text{ particulièrement } \begin{cases} v_x(t=0) = v_0 = c_1 \\ v_y(t=0) = 0 = c_2 \\ v_z(t=0) = 0 = -g \times 0 + c_3 \end{cases}$$

$$\text{donc } c_1 = v_0 \text{ et } c_2 = c_3 = 0 \text{ d'où } \begin{cases} v_x(t) = \dot{x}(t) = v_0 \\ v_y(t) = \dot{y}(t) = 0 \\ v_z(t) = \dot{z}(t) = -g \times t \end{cases}$$

$$\text{On en déduit } \begin{cases} x(t) = v_0 \times t + c_4 \\ y(t) = c_5 \\ z(t) = -g \times t^2/2 + c_6 \end{cases} \text{ Or, en } t = 0 \text{ particulièrement } \begin{cases} x(t=0) = 0 = v_0 \times 0 + c_4 \\ y(t=0) = 0 = c_5 \\ v_z(t=0) = h_0 = -g \times 0^2/2 + c_6 \end{cases}$$

$$\text{Donc } c_4 = c_5 = 0 \text{ et } c_6 = h_0 \text{ d'où } \begin{cases} x(t) = v_0 \times t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -g \times t^2/2 + h_0 \end{cases}$$

On trouve un mouvement horizontal uniforme ($|v_x| = cste$) et un mouvement vertical uniformément varié ($|a_z| = cste$), accéléré ($|v_z|$ croît) et descendant (v_z négatif et \vec{l} vers le haut).

Comme $t = x(t)/v_0$, en réinjectant dans l'expression de $z(t)$, on obtient l'équation de la trajectoire :

$$z(x) = -g \times x^2 / (2v_0^2) + h_0 \quad \text{Il s'agit d'un arc de parabole.}$$

La fléchette touche terre à la date t_1 quand $z(t = t_1) = -g \times t_1^2/2 + h_0 = 0$ soit $t_1 = \sqrt{2h_0/g}$

$$\text{On a alors } v(t = t_1) = \sqrt{v_x(t = t_1)^2 + v_y(t = t_1)^2 + v_z(t = t_1)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2h_0g}$$

$$t_1 = \sqrt{2 \times 500/9,8} = 10 \text{ s et } v(t = t_1) = \sqrt{(120 \times \frac{10^3}{3600})^2 + 2 \times 500 \times 9,8} \approx 100 \text{ m/s}$$

$$\text{L'énergie cinétique de la fléchette est alors de } E_c = m \times v^2/2 = 30 \times 10^{-3} \times \frac{104^2}{2} \approx 160 \text{ J}$$

En réalité, la durée est presque le double et la vitesse atteinte est moindre à cause des frottements de l'air : la fléchette n'est pas en chute libre, une force de frottement, s'opposant au mouvement, serait à prendre en compte. Le vent est aussi une composante qui pourrait faire varier de façon significative la trajectoire et la vitesse de la fléchette. L'énergie calculée est d'un bon ordre de grandeur et permet de transpercer le corps sur plusieurs cm.

