



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **90402770.3**

(51) Int. Cl.⁵ : **F42B 10/66, F42B 1/028**

(22) Date de dépôt : **05.10.90**

(30) Priorité : **18.12.89 FR 8916706**

(43) Date de publication de la demande :
26.06.91 Bulletin 91/26

(84) Etats contractants désignés :
BE DE ES FR GB IT

(71) Demandeur : **SOCIETE D'ETUDES, DE
REALISATIONS ET D'APPLICATIONS
TECHNIQUES (S.E.R.A.T.)
7 rue Copernic
F-75116 Paris (FR)**

(72) Inventeur : **Arene, François
212 Ter Boulevard Peireire
F-75017 Paris (FR)
Inventeur : Lursat, Didier
24, rue Molière
F-91470 Limours (FR)**

(74) Mandataire : **Armengaud Ainé, Alain
Cabinet ARMENGAUD AINE 3 Avenue
Bugeaud
F-75116 Paris (FR)**

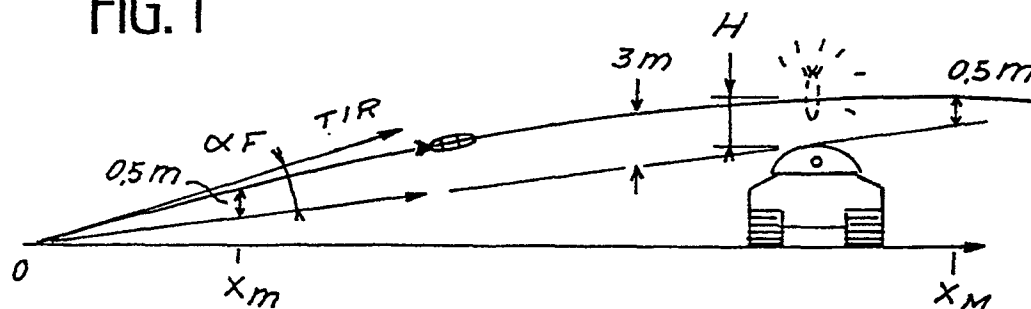
(54) **Perfectionnements aux projectiles antichars agissant en survol de l'objectif avec basculement.**

(57) Ce projectile étant caractérisé en ce que sa charge creuse (1, 1') présente un revêtement (2, 2') de densité (d) et de calibre (D) et un jet très rapide dont les éléments de tête sont animés d'une vitesse (V1) supérieure et de préférence nettement supérieure à 8500 m/s ainsi qu'un gradient de vitesse relativement faible de manière qu'une partie importante des éléments dudit revêtement soit capable de participer à la perforation de la cible survolée, les derniers de ces éléments étant animés d'une vitesse (V2) telle que $\lambda = V1/V2$ et soit de préférence compris entre 1,4 et 1,5 et en ce que ledit impulseur ou système d'impulseurs provoquant le basculement est capable de communiquer à la charge creuse, au moment de sa détonation, une vitesse de basculement θ' , suffisamment élevée telle que :

$$\theta \gg \frac{v}{2} \left[\frac{10^4}{V1} \left(\frac{\lambda - 1}{D} \right) + 1 \right] - 3 \frac{V1}{d^{1/4}} \sqrt{\frac{e}{D}} \text{ rad/s}$$

relation où v représente la vitesse de survol en m/s du projectile au voisinage de la cible, e et D représentant respectivement l'épaisseur et le calibre de la charge creuse mesurés en mètre.

FIG. 1



PERFECTIONNEMENTS AUX PROJECTILES ANTICHARS AGISSANT EN SURVOL DE L'OBJECTIF AVEC BASCULEMENT

La présente invention est relative à des perfectionnements apportés aux projectiles, notamment antichars dont l'effet s'exerce pendant le survol de l'objectif par action de haut en bas après basculement.

Dans son brevet français 77 25 655 déposé le 23 août 1977 et publié sous le numéro 2 401 400, la présente titulaire a décrit et revendiqué une arme destinée à l'attaque des véhicules, notamment des chars, à l'aide de projectiles à basculement équipés de charges militaires à effets dirigés, notamment à charges creuses, ces armes étant conçues de façon que le basculement du projectile précède le fonctionnement de sa charge et intervient soit en survol de la cible soit devant et à proximité de celle-ci. Ainsi, selon l'invention décrite dans ce brevet français antérieur, le projectile lancé en survol détecte la cible, bascule sous l'effet d'un système de basculement généralement constitué d'un ou de plusieurs impulseurs et enfin déclenche le fonctionnement de sa charge militaire telle qu'une charge creuse dont il applique l'effet axial sur le "toit" de cette cible.

Dans ce brevet français antérieur la présente titulaire a décrit et revendiqué un tel mode d'attaque ainsi que les moyens qui permettent de l'accomplir.

Dans un autre brevet français 82 00 145 déposé le 7 janvier 1982 et publié sous le numéro 2 519 752, la présente titulaire a décrit et revendiqué de façon détaillée des moyens qui permettent de réaliser l'attaque en survol d'une cible avec basculement du projectile conformément à la technique précédemment décrite et revendiquée dans son brevet français 77 25 655 cité ci-dessus.

La présente invention se propose d'apporter de nouveaux perfectionnements à un projectile, tel que défini dans les brevets français antérieurs cités ci-dessus et susceptibles d'améliorer encore l'efficacité des systèmes d'armes anti-véhicules comportant des projectiles qui agissent en survol des cibles après basculement.

A cet effet, on fait observer que :

- dans le cas des tirs en survol avec basculement du projectile et contrairement au cas des tirs directs ou de "plein fouet", le fonctionnement de la charge militaire dont est muni le projectile s'effectue obligatoirement à une certaine distance d'action (dite "stand off"), qui peut être par exemple de l'ordre de un ou plusieurs mètres, au lieu de quelques décimètres dans le cas des tirs directs en général ;
- des distances d'action plus courtes imposeraient soit une réduction de la portée maximale, soit de prévoir des moyens supplémentaires de conduite de tir ou de guidage entraînant des contraintes de coût, de masse, de fiabilité et d'instructions ;
- au contraire, le tir avec distances d'action importantes permet de combiner une portée maximale relativement longue avec une procédure très simple de "tir sous hausse fixe" α_F , telle que la visée sur le toit de la cible (par exemple un char) assure le survol de cette dernière avec une hauteur de survol H comprise par exemple entre 0,50 m et 3 m et cela jusqu'à des portées qui correspondent à des durées de trajet voisines de 1,5 s (voir la figure 1 des dessins annexés) ;
- dans le cas des tirs sur but mobile, la capacité d'attaque avec une distance d'action importante permet de ramener vers la cible les effets de la charge militaire du projectile, par exemple une charge creuse, même si le tireur effectue de façon imparfaite la correction latérale C qui correspond à la vitesse latérale de la cible : erreur ΔC (voir la figure 2 des dessins annexés) ;
- ainsi, l'efficacité du système ne sera pas dégradée par des erreurs de correction latérale excédant de 2 m par exemple la demie largeur apparente de la cible.

Il résulte des constatations faites ci-dessus, que, le fonctionnement de la charge selon l'invention à des distances d'action relativement importantes permet le tir jusqu'à des portées correspondant à des durées de trajet, elles aussi relativement importantes, par exemple de l'ordre de 1,5 s, tout en conservant de bonnes probabilités d'atteinte sur cibles fixes ou mobiles, en dépit de la rusticité de l'équipement de tir et de sa simplicité d'emploi.

Par ailleurs, on sait qu'une charge creuse peut être notamment caractérisée par :

- son revêtement de calibre D, d'épaisseur e et de densité d ;
- le jet obtenu par la détonation et la projection sur l'axe de la charge des éléments de son revêtement ;
- les paramètres de ce jet, le rayon R_j et la vitesse V_1 pour les éléments de tête et la vitesse V_2 pour les derniers éléments participant à la perforation, le gradient de vitesse caractérisé par $\lambda = V_1/V_2$ et provoquant l'allongement du jet et le délai Δt mis par la détonation à projeter ces divers éléments sur l'axe ;
- les effets de ce jet, notamment le rayon du cratère RC formé par l'impact de la tête de jet sur la cible attaquée par ladite charge militaire.

Dans le cas des tirs à l'aide de projectiles agissant en survol de la cible après basculement, l'impact du jet de la charge sur la surface de la cible est caractérisé par une trace de longueur 1, qui est fonction des paramètres du jet ainsi que de la distance d'action ou hauteur de survol H, de la vitesse de survol v et de la vitesse

angulaire de basculement θ' .

En l'absence d'imperfection significative du jet de la charge militaire du projectile et selon la figure 3 des dessins annexés, on voit que la longueur l de la trace du jet sur la cible est :

$$l = H \frac{v}{v_1} (\lambda - 1) + v \Delta t - H \theta' \Delta t \quad (A)$$

Cette relation (A) met en évidence l'effet de compensation apporté par le basculement de la charge militaire : ainsi, les éléments du jet participeraient en direction de la cible avec des vitesses sensiblement parallèles, dans un repère lié à la terre, si le jet de la charge militaire satisfaisait à la condition suivante :

$$\lambda \sim \lambda_0 = 1 + \frac{v_1}{v} \theta' \Delta t$$

En fait, les éléments du jet poursuivent la perforation de la cible, sensiblement comme dans le cas d'un tir statique, tant que leur impact a lieu dans le cratère creusé par la tête du jet, soit tant que ces éléments satisfont à la condition (B) suivante :

$$l < RC - K R_j, \text{ avec } K \sim 1/2 \quad (B)$$

D'autre part on sait que RC est de la forme :

$$RC = B R_j (d)^{-1/4} v_1$$

et l'expérience montre que, dans l'acier à blindage, B , paramètre d'adaptation aux cibles est de l'ordre de 1, $4 \cdot 10^5 \text{ sm}^{-1}$ alors que R_j est de l'ordre de $0,10 \sqrt{De}$.

Compte tenu de la relation (A) et de cette quantification des paramètres du jet et de la perforation qu'il assure, la condition (B) peut alors s'écrire sous la forme :

$$H \frac{v}{v_1} (\lambda - 1) + v \Delta t - H \theta' \Delta t < 0,10 (1,4 \frac{v_1}{10^5} \times d^{-1/4} - 0,5) \sqrt{De} \quad (C)$$

Cette relation C met en évidence l'intérêt des grandes vitesses du jet et des gradients de vitesse modérés.

A cet égard, on sait que la longueur du jet, lors de l'impact de sa tête sur la cible a pour valeur L (voir la figure 4 des dessins annexés) :

$$L = \frac{v_1 \Delta t + (\lambda - 1) H}{\lambda} \quad (D)$$

et on observe que t est de l'ordre de 20 s pour $D \sim 100 \text{ mm}$, un jet caractérisé par $\lambda \geq 1,4$ présentera donc un allongement très suffisant aux distances d'action du jet de l'ordre de 1 m et a fortiori si $H \geq 2 \text{ m}$.

Compte tenu des observations mentionnées ci-dessus, la présente titulaire apporte un projectile pour l'attaque en survol et basculement des cibles dont les caractéristiques et celles de sa charge militaire, notamment une charge creuse, sont déterminées de manière qu'une partie importante des éléments du jet de la charge militaire participe à la perforation de la cible, au moins jusqu'à une altitude de 3 m.

C'est pourquoi, on ne retient selon l'invention que, des charges présentant une vitesse de tête de jet élevée, de préférence $v_1 \geq 8500 \text{ m/s}$, et l'on s'oblige à définir θ' et λ de manière que la condition (C) soit largement satisfaite, au moins jusqu'aux distances d'action $H \geq 2 \text{ m}$, ce qui s'écrit sous la forme de la relation (E) suivante, toutes réductions faites :

$$\theta' > \frac{v}{2} \left[\frac{10^4}{v_1} \left(\frac{\lambda-1}{D} \right) + 1 \right] - \frac{3v_1}{d^{1/4}} \sqrt{\frac{e}{D}} \quad (E)$$

5

On a indiqué dans le tableau ci-après certaines possibilités d'adaptation des paramètres selon l'invention. Ce tableau a été établi par application de la relation (E) ci-dessus pour une charge caractérisée par un revêtement en cuivre, d 8,9, tel que $1 = 2$ mm et $D = 10$ mm et pour une vitesse de survol $v = 200$ m/s.

10

	$\lambda \rightarrow$	1,3	1,4	1,5	1,6	
	v_1	$\theta'_{\min}$ (rad/s)				Observations
	(m/s)					
15	3 500	247	365	482	600	$\theta'_{\min}$ pour
20	9 000	222	333	444	555	$\lambda < 1,5$

Pour mieux comprendre la présente invention on se référera maintenant aux figures 5 à 8 des dessins annexés qui illustrent des exemples de réalisation des moyens prévus par l'invention pour permettre au projectile de satisfaire notamment à la condition (E) ci-dessus. Il est bien précisé qu'il s'agit uniquement d'exemples non limitatifs et que l'invention peut s'appliquer également, sans sortir de son cadre, à tous autres modes de réalisation, formes proportions, dispositions...

Sur les dessins :

- la figure 5 est une représentation schématique et partielle d'un premier exemple de réalisation d'une charge creuse utilisée dans un projectile selon l'invention ;
- la figure 6 est une vue similaire à la figure 5 illustrant un second exemple de réalisation d'une charge creuse utilisée dans un projectile selon l'invention et ;
- les figures 7 et 8 sont respectivement des vues en plan et en coupe par un plan diamétral d'un exemple de réalisation des moyens de basculement d'un projectile selon l'invention.

On se réfère en premier lieu à la figure 5, sur cette figure on a représenté de façon schématique une charge militaire du type charge creuse comportant un chargement 1 à grande vitesse de jet et gradient de vitesse modéré qui est caractérisé par un revêtement conique 2 en cuivre, d'angle 45° et d'épaisseur voisine de 2% du calibre. Le chargement 3 de cette charge creuse est réalisé avec un mélange hexogène/tolite dans des proportions voisines de 80%/20%. La charge creuse 1 comporte en outre un conformateur d'onde 4, réalisé en mousse de polyéthylène, de diamètre voisin de 50% du calibre.

La charge creuse 1 ainsi définie et conforme à l'invention est capable d'une vitesse de détonation de l'ordre de 8200 m/s, d'une vitesse de tête de jet voisine de 8800 m/s et elle satisfait en outre à la condition $\lambda < 1,5$ pour 35% des éléments du jet.

Dans la variante de l'invention illustrée par la figure 6, la charge 1' diffère de la charge 1 représentée sur la figure 5 par la géométrie de son revêtement 2' qui est constitué par un cône tronqué à 5% de sa longueur et par une épaisseur dégressive de ce revêtement, de l'ordre de 2,5 à 1,25% du calibre.

Une telle charge 1' présente une vitesse de tête de jet du même ordre que la charge 1 illustrée par la figure 5 et 50% de ces éléments satisfont à la condition $\lambda < 1,5$.

Selon une variante des deux modes de réalisation décrits ci-dessus en référence aux figures 5 et 6, le cuivre qui constitue le revêtement des charges 1 et 1' est remplacé, à masse constante, par un matériau ductile de densité très élevée, par exemple par un alliage à base de tungstène ou de tantale. A cet effet, on donne à l'épaisseur de ces revêtements soit une valeur constante de l'ordre de 0,18 D/d% soit une valeur dégressive évoluant linéairement de 0,24 D/d% à 0,14 D/d%.

Selon la présente invention, le basculement de la charge militaire du projectile peut être réalisé avec toute ou partie des moyens décrits et revendiqués dans le brevet français 82 00 145 déposé le 7 janvier 1982 par la présente titulaire et publié sous le numéro 2 519 752. comme décrit dans ce brevet antérieur, ces moyens sont conçus de façon à réaliser successivement : la séparation pyrotechnique de la charge et des parties arrière-

res du projectile, l'initiation d'un impulseur de basculement à tuyères radiales multiples après éjection pyrotechnique de l'opercule de la tuyère correspondant au plan de basculement recherché, compte tenu de la vitesse de roulis du projectile et du temps de combustion de l'impulseur.

Sur les figures 7 et 8 des dessins annexés, on a représenté de façon schématique un exemple de réalisation de moyens de basculement à impulseurs pouvant être utilisés dans un projectile selon la présente invention.

On voit que dans cet exemple de réalisation non limitatif le basculement est réalisé à l'aide d'un faisceau de n impulseurs, par exemple 6 impulseurs 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, à tuyères sensiblement radiales 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, qui sont disposées à 60° les unes des autres. Chacun des impulseurs comporte un chargement propulsif 7 avec son initiateur électropyrotechnique 8.

Après détection de la cible et de sa position par rapport à l'axe du projectile, un circuit de traitement associé au détecteur initie m impulseurs contigus par exemple les impulseurs 5a, 5b, et 5c de manière que l'orientation de la tuyère 6b corresponde au plan de basculement recherché, à mieux de :

$\frac{m}{2n} \times 360^\circ = 30^\circ$ près, compte tenu de la vitesse de roulis du projectile et du temps de fonctionnement de ces impulseurs.

Si F est la poussée de chacun des impulseurs et IFT l'impulsion totale correspondante, d la distance des tuyères au centre de gravité du projectile ou de la partie du projectile soumise au basculement (voir la figure 8) et I_T le moment d'inertie correspondant, la combustion des impulseurs conduit à une vitesse angulaire de basculement θ' telle que :

$$\theta' = 2 \frac{d \text{ IFT}}{I_T}$$

Cette valeur de θ' étant choisie de manière à satisfaire à la condition (E) précisée ci-dessus.

Les dispositions décrites et revendiquées ici peuvent être prises en combinaison avec celles décrites et revendiquées par la présente titulaire dans ses demandes de brevets déposées le même jour et intitulées :

- "Projectile à basculement au devant et à proximité de la cible" ;
- "Perfectionnements apportés aux projectiles agissant en survol ou au devant de la cible".

Il demeure bien entendu que la présente invention n'est pas limitée aux divers exemples de réalisation décrits et représentés ici mais qu'elle en englobe toutes les variantes

Revendications

1. Projectile agissant en survol ou au devant d'un objectif par basculement en toute ou partie, ce projectile comportant une charge militaire, de préférence à effets dirigés telle qu'une charge creuse ainsi que des moyens de basculement constitués par au moins un impulseur solidaire de ladite charge, ledit projectile étant en outre adapté à l'attaque des cibles avec une hauteur de survol, ou distance d'action importante et pouvant dépasser 2 m, ledit projectile étant caractérisé en ce que sa charge creuse (1, 1') présente un revêtement (2, 2') de densité (d) et de calibre (D) et un jet très rapide dont les éléments de tête sont animés d'une vitesse (V1) supérieure et de préférence nettement supérieure à 8500 m/s ainsi qu'un gradient de vitesse relativement faible de manière qu'une partie importante des éléments dudit revêtement soit capable de participer à la perforation de la cible survolée, les derniers de ces éléments étant animés d'une vitesse (V2) telle que $\lambda = V1/V2$ et soit de préférence compris entre 1,4 et 1,5 et en ce que ledit impulseur ou système d'impulseurs provoquant le basculement est capable de communiquer à la charge creuse, au moment de sa détonation, une vitesse de basculement θ' , suffisamment élevée telle que :

$$\theta \geq \frac{v}{2} \left[\frac{10^4}{v1} \left(\frac{-1}{D} \right) + 1 \right] - 3 \frac{v1}{d^{1/4}} \sqrt{\frac{e}{D}} \text{ rad/s}$$

relation où v représente la vitesse de survol en m/s du projectile au voisinage de la cible, e et D représentant respectivement l'épaisseur et le calibre de la charge creuse mesurés en mètre.

2. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que sa charge creuse comporte un revêtement (2) de densité (d) et présentant un profil conique d'angle au sommet égal ou voisin de 45° et une épaisseur de l'ordre de 0,18/d% du calibre (D) du revêtement.
- 5 3. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que sa charge creuse comporte un revêtement (2') de profil tronconique, d'angle au sommet égal ou voisin de 45°, le cône correspondant étant tronqué à 5% de sa longueur à partir du sommet et l'épaisseur dégressive (e) dudit revêtement variant linéairement de 0,24/d% à 0,14/d% du calibre (D) du revêtement.
- 10 4. Projectile selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le revêtement de sa charge creuse est réalisé en cuivre.
- 15 5. Projectile selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le revêtement de sa charge creuse est réalisé en un matériau ductile de densité très élevée, notamment en alliage de tungstène ou de tantale.
- 20 6. Projectile selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un détecteur de cibles provoquant le basculement de la charge militaire au-dessus de l'objectif par action d'un système d'impulseurs à action transversale, selon la séquence suivante : séparation pyrotechnique de la charge et des parties arrières du projectile, initiation d'un impulseur à tuyères radiales multiples, éjection pyrotechnique de l'opercule de la tuyère correspondant au plan de basculement recherché, compte tenu de la vitesse de roulis du projectile et du temps de combustion de l'impulseur.
- 25 7. Projectile selon la revendication 6, caractérisé en ce que le basculement est réalisé à l'aide d'un système comportant un faisceau de n impulseurs identiques (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f), de préférence au nombre de 6, ces impulseurs comportant des tuyères sensiblement radiales.
- 30 8. Projectile selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de commande de basculement, associé au détecteur de cibles et qui initie lors du survol de ladite cible m impulseurs contigus, le plan médian de ces impulseurs correspondant à mieux de $\frac{m}{2n} \times 360^\circ$ à un plan de basculement recherché, compte tenu de la vitesse de roulis du projectile et du temps de fonctionnement de l'impulseur.

35

40

45

50

55

FIG. 1

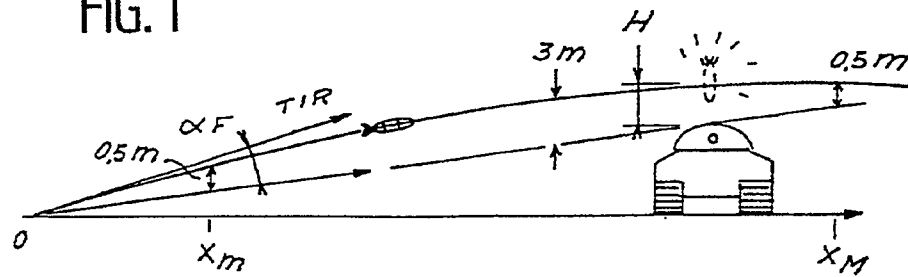


FIG. 2

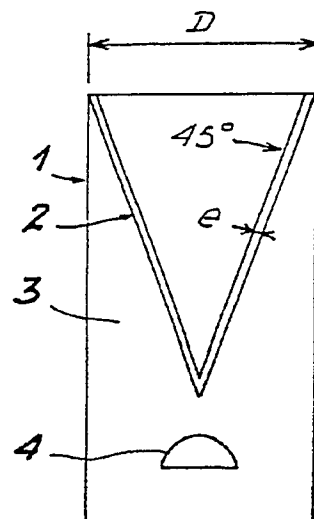
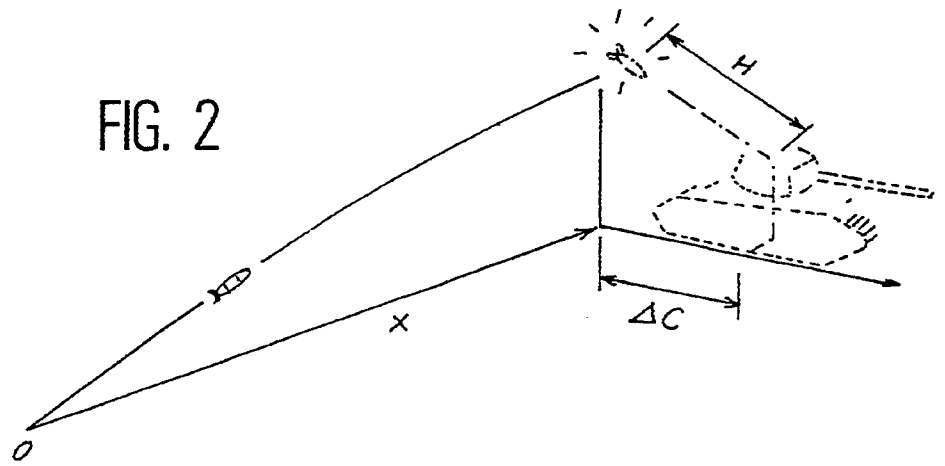


FIG. 5

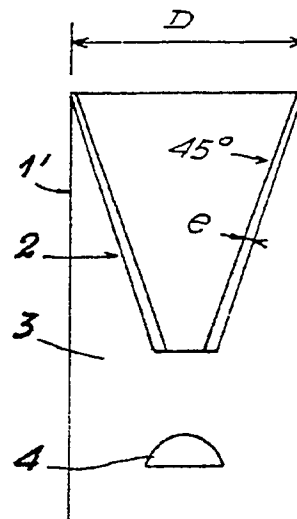


FIG. 6

FIG. 3

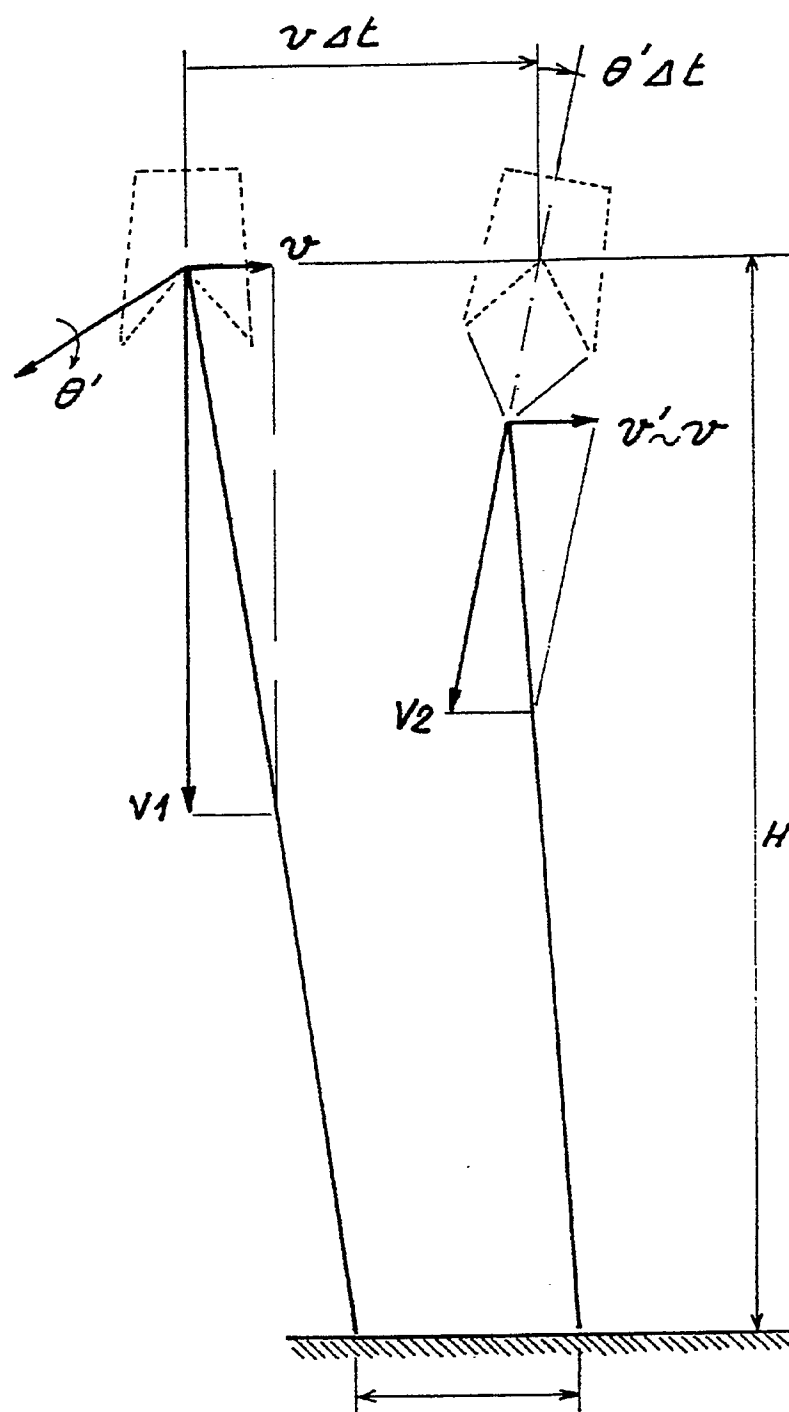


FIG. 4

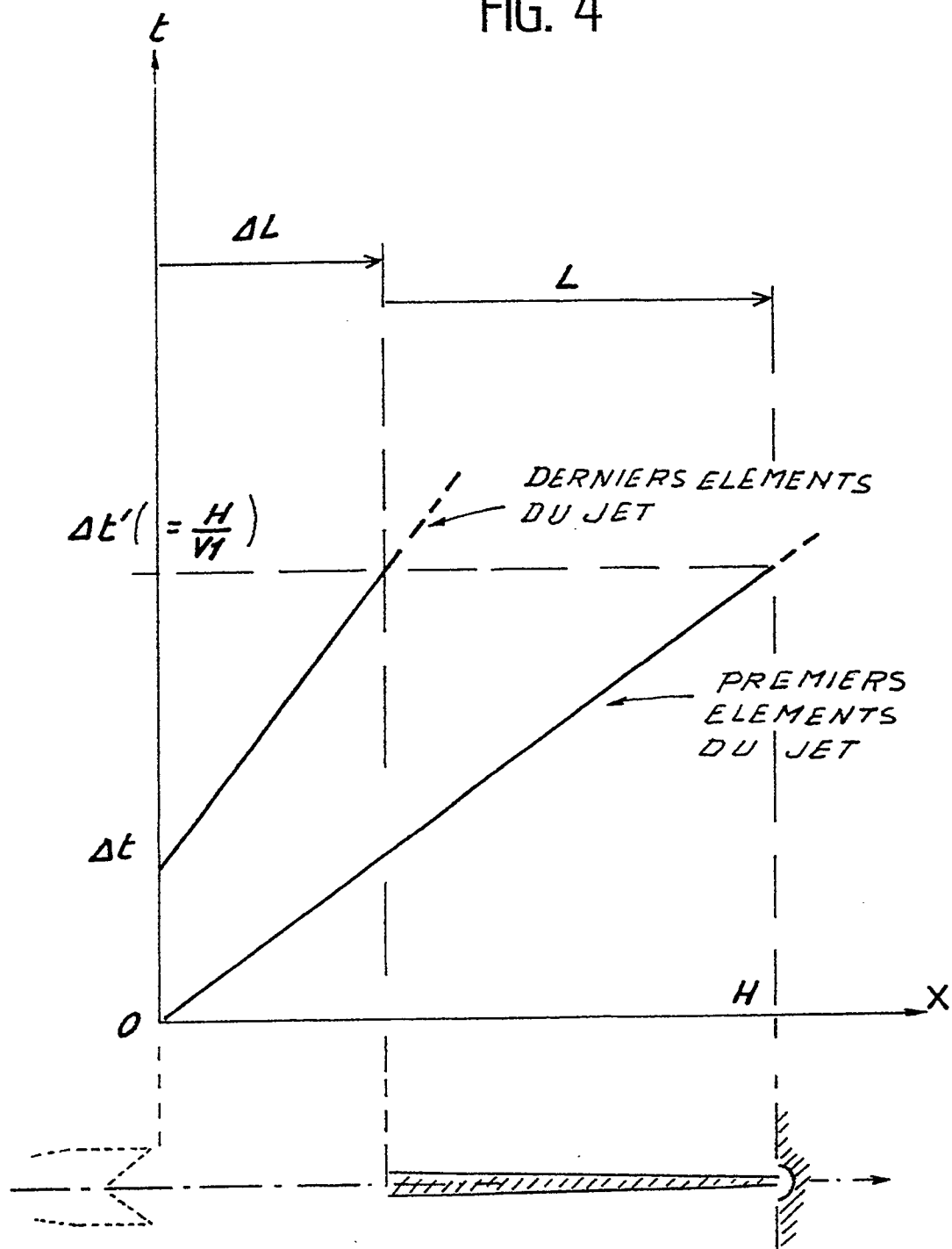


FIG. 7

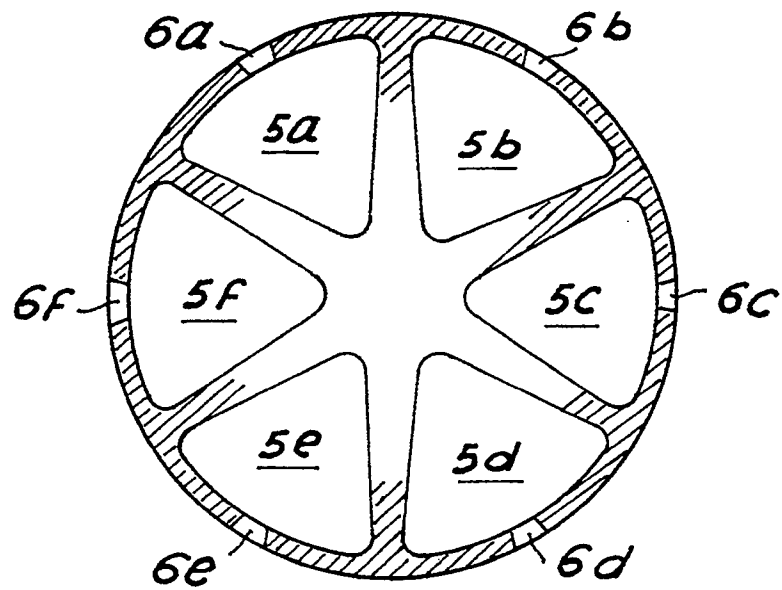
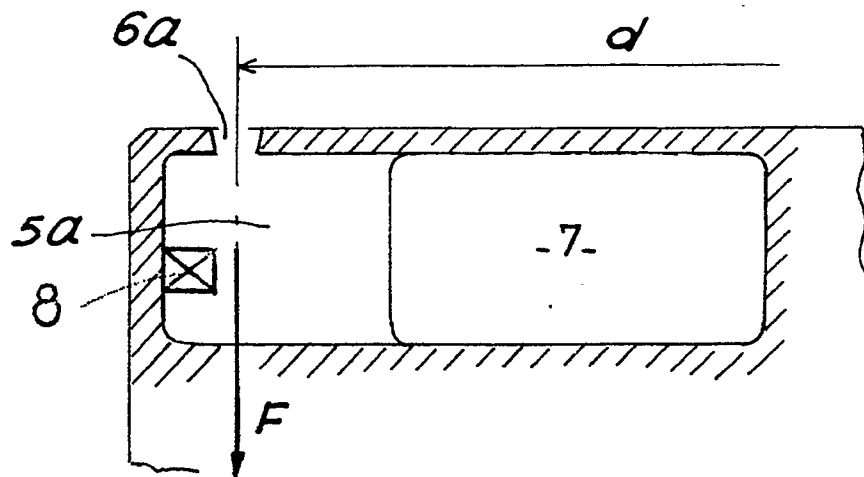


FIG. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 2770

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	US-A-4657208 (MILLER) * colonne 1, lignes 26 - 33; figures 1-5 * * colonne 2, ligne 53 - colonne 3, ligne 47 * * colonne 5, ligne 16 - colonne 6, ligne 11 *	1	F42B10/66 F42B1/028
Y	---	6-8	
D,Y	FR-A-2519752 (SOCIETE D'ETUDES, DE REALISATIONS ET D'APPLICATIONS TECHNIQUES) * page 1, lignes 23 - 32; figures 1-13 * * page 3, lignes 7 - 15 * * page 4, ligne 16 - page 5, ligne 9 * * page 6, ligne 31 - page 7, ligne 13 *	6-8	
Y	EP-A-229541 (ETAT FRANCAIS) * page 3, lignes 10 - 17; figures 1, 2 *	7, 8	
A	EP-A-244527 (STATE OF ISRAEL) * colonne 1, ligne 40 - colonne 2, ligne 19; figures 3-7 * * colonne 2, ligne 34 - colonne 3, ligne 17 *	2-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07 MARS 1991	Examineur VAN DER PLAS J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 (03.82) (P0402)