

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 486 489**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 15489**

(54) Dispositif et procédé pyrotechniques de découpage et d'éjection d'un élément transparent de verrière  
d'avion.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). B 64 C 1/32; B 64 D 25/10; F 42 D 3/00.

(22) Date de dépôt..... 11 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 15-1-1982.

(71) Déposant : SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE, résidant en France.

(72) Invention de : Claude Chigot et Serge Morlan.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Brevatome,  
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention concerne un dispositif et un procédé pyrotechniques permettant à la fois le découpage et l'éjection d'un élément transparent de verrière d'avion de façon à faciliter l'évacuation d'urgence 5 de l'équipage.

Pour pratiquer une ouverture dans l'habitacle d'un avion, en cas de détresse, on utilise de plus en plus des dispositifs pyrotechniques.

En effet, l'on considère que ces dispositifs 10 présentent de nombreux avantages par rapport aux dispositifs classiques (mécaniques, pneumatiques, électriques, etc...). En particulier, ils offrent la possibilité de découper tout type de matériaux et ils présentent une rapidité de fonctionnement (quelques millisecondes), 15 une puissance élevée (plusieurs centaines de kilobars), une haute fiabilité et un bilan de masse inférieur au bilan de masse de tout autre système.

L'objectif à atteindre est d'obtenir le plus rapidement possible l'évacuation d'un membre de l'équipage grâce à son siège éjectable dont la trajectoire doit être libérée de tout obstacle et en particulier de la verrière de l'habitacle. Pour assurer une telle fonction, il est désormais classique d'utiliser des cordeaux détonants pour fragiliser ou découper la verrière , mais l'évacuation des morceaux découpés reste un 25 problème majeur en vue de garantir la sécurité du pilote par exemple et de protéger son équipement.

De plus, certaines configurations de verrière "avant" sont soumises à des efforts aérodynamiques 30 importants, qui risquent, à grande vitesse, de faire pénétrer les morceaux découpés à l'intérieur de l'habitacle et de blesser par conséquent les occupants et d'endommager leurs équipements.

Plusieurs solutions ont été successivement 35 étudiées et installées sur un avion pour remédier à

ces dangers. L'une d'entre elles consiste en un largage mécanique en vol de la verrière qui libère le passage du siège de tout obstacle, ce largage pouvant être amélioré par l'utilisation de vérins pyrotechniques facilitant l'entrebaillement de la verrière dans le lit du vent. Mais il est nécessaire de "temporiser" l'éjection du siège pour minimiser les risques de rencontre de ce dernier, donc de son occupant, avec la verrière, d'où une perte de temps trop importante en cas d'éjection à basse altitude ou dans des conditions particulières de vol.

Pour pallier cette perte de temps, différentes solutions ont été proposées, comme par exemple, l'utilisation d'un système de déverrouillage par vérins pyrotechniques et largage de verrières au moyen de systèmes à fusées. Mais ce système est très sophistiqué donc d'un coût très élevé. On a aussi proposé des systèmes dits de fragilisation de verrière. Ceux-ci consistent à préfragmenter, par de multiples fissures provoquées par un dispositif pyrotechnique commandé par le départ du siège pilote, l'élément transparent de la verrière. L'éjection du pilote se fait alors par le passage au travers de cet élément, ainsi fragilisé, et celui-là va se trouver un court instant en présence de multiples morceaux de verrière qui peuvent présenter des dangers pour lui-même et/ou pour son équipement. Un tel système de fragilisation de verrière est décrit dans le brevet français 2.140.605 déposé le 9 juin 1972 par la Société HAWKER SIDDELEY AVIATION LIMITED et intitulé "Système d'évacuation d'équipage d'avion".

Pour remédier aux inconvénients des différents systèmes antérieurs, la présente invention concerne un dispositif pyrotechnique intégré à la structure de la verrière d'un avion assurant à lui seul le découpage et l'éjection de l'élément transparent de ladite verrière, au moyen d'un cordeau détonant, de façon à faciliter l'éjection de l'équipage hors de l'habitacle muni de

sièges éjectables, ladite verrière étant maintenue dans la structure de l'habitacle par deux bordures longitudinales comportant un profilé d'accrochage de l'élément transparent sur ladite verrière et deux arceaux comportant un talon d'accrochage dudit élément, caractérisé en ce que le cordeau détonant est disposé à la périphérie de la verrière et logé, d'une part dans une première gorge ménagée dans les bordures longitudinales, contre le profilé d'accrochage et en-dessous de la face inférieure du bord de l'élément transparent, et d'autre part dans une deuxième gorge ménagée dans les arceaux avant et arrière, en regard et contre le talon d'accrochage.

Le procédé pyrotechnique permettant le découpage et l'éjection de l'élément transparent de la verrière d'un avion est caractérisé en ce que l'élément transparent est décollé et éjecté de l'avion, suivant les bordures longitudinales, à l'aide de l'énergie fournie par la détonation du cordeau pyrotechnique, disposé sous les bords de l'élément transparent, de façon à découper le profilé d'accrochage dudit élément sur les bordures longitudinales de la verrière et à créer une forte pression à sa base lui donnant une impulsion maximale dirigée verticalement de bas en haut, et suivant les arceaux avant et arrière, à l'aide de l'énergie fournie par la détonation du cordeau pyrotechnique, disposé contre le talon d'accrochage de l'élément transparent, de manière telle qu'au niveau de l'arceau avant elle provoque un découpage franc du talon et de l'élément transparent en induisant une impulsion complémentaire de l'intérieur vers l'extérieur de l'habitacle, et qu'au niveau de l'arceau arrière, elle provoque le découpage du talon et de l'élément transparent en induisant une impulsion complémentaire limitée entraînant une retenue temporaire de l'élément transparent sur le talon, l'action conjuguée de ces décollage ; de ces découpe-

pages et de ces impulsions amenant de façon concomitante le basculement de l'élément transparent vers l'arrière de l'avion et son éjection à très grande vitesse libérant la trajectoire des sièges éjectables de tout obstacle.

5 Selon un mode préféré du procédé selon l'invention, le découpage de l'élément transparent de la verrière est réalisé en faisant subsister à la périphérie dudit élément une partie du profilé d'accrochage lui assurant une meilleure tenue mécanique et évitant sa fragmentation.

10 L'invention est illustrée par les figures suivantes :

- la figure 1 représente schématiquement une verrière d'avion munie du dispositif selon l'invention;
- 15 - la figure 2 représente un agrandissement de la figure 1 au niveau de la section II;
- la figure 3 représente un agrandissement de la figure 1 au niveau de la section III;
- 20 - la figure 4 représente un agrandissement de la figure 1 au niveau de la section IV.

25 Sur la figure 1 est représentée une verrière 1 d'un avion, comportant un élément transparent 2 maintenu dans un arceau avant 3, un arceau arrière 4 et deux bordures longitudinales 5 et 6, permettant également le maintien de l'élément transparent sur la verrière. Dans l'exemple présenté, celle-ci est articulée latéralement sur des charnières telles que 7 et son ouverture se fait par un basculement latéral. Elle pourrait être articulée différemment et basculer de l'avant 30 vers l'arrière. Le dispositif selon l'invention pourrait s'appliquer également à une verrière à coulisses. Une telle verrière permet l'accès à l'habitacle de l'avion et son évacuation normale au sol. Un cordeau détonant 8, placé à la périphérie de la verrière est logé dans les

bordures longitudinales 5 et 6 et dans les arceaux 3 et 4; son positionnement sera décrit plus en détail ultérieurement. Il est relié aux moyens de mise en détonation, non représentés, par une chaîne de transmission 5 telle que 9.

Ce dispositif pyrotechnique assure le découpage et l'éjection de l'élément transparent 2 de façon à faciliter l'évacuation d'urgence de l'équipage hors de l'habitacle de l'avion. La mise en détonation du cordeau pyrotechnique 8 est en général commandée par le mouvement du siège 5 au tout début de sa phase d'éjection par tout moyen connu.

En cas de nécessité d'évacuation d'urgence au sol, par exemple en cas de crash, et alors que la verrière peut être bloquée par d'éventuelles déformations, la mise en détonation du cordeau pyrotechnique 8 peut être accomplie, indépendamment du siège éjectable 5, par une commande manuelle. Celle-ci peut comprendre une poignée de déclenchement intérieure  $E_1$ , et au moins une poignée de déclenchement extérieure  $E_2$ , permettant le découpage de l'élément transparent et son éjection, sans intervention du siège éjectable, et pouvant être actionnées soit par un membre de l'équipage, soit par tout intervenant extérieur.

Les différentes flèches représentées sur cette figure montrent, lors de la mise en action du dispositif pyrotechnique, la direction prise par les différentes impulsions produites par la détonation du cordeau 8.

Sur la figure 2, est représentée une section suivant II de la bordure longitudinale 5 de la figure 1, la bordure 6 étant identique à cette dernière. Cette bordure longitudinale 5 comprend un logement 10 destiné à recevoir le bord de l'élément transparent 2 par l'intermédiaire d'un profilé d'accrochage à jonc 11 de type connu, réalisé en matériau composite. Ce profilé 11

comporte deux parois verticales telles que 12 auxquelles adhère l'élément transparent par collage, parois qui se rejoignent en 13 en enfermant le jonc 14. Les parois inclinées telles que 15 qui sont le prolongement des 5 parois 12 du profilé d'accrochage délimitent avec la face inférieure 2' du bord de l'élément transparent 2 un espace garni d'un matériau de remplissage du type cellulaire ou autre. Le cordeau détonant 8 est disposé dans une gorge 16 pratiquée dans une face de la cavité 10 formant le logement 10, appartenant à la partie interne de la bordure longitudinale 5. L'ouverture 16' de ladite gorge est située en regard de la paroi inclinée 15 et tournée vers l'intérieur de l'habitacle tandis que dans la même zone, contenant le cordeau, et afin de la 15 renforcer, la bordure longitudinale 5 offre un renflement tel que 17. Un tel agencement du cordeau 8 a pour premier effet, lors de sa détonation, de découper le profilé 11 à l'endroit des parois 15 tandis que le second effet, dû à la haute pression instantanée des 20 gaz, induit une impulsion maximale verticale dirigée de bas en haut suivant la flèche  $F_1$  qui décolle les parois du profilé 11 de leur logement 10 et assure l'éjection de l'élément transparent au-dessus de l'habitacle.

25 La figure 3 représente une section suivant le plan III de l'arceau avant 3 de la figure 1. Cet arceau est constitué de deux éléments structuraux : un élément interne 18 et un élément externe ou couvre-joint 19. Ces deux éléments prennent en sandwich un talon d'accrochage 20 en matériau composite offrant 30 un logement 20' à deux parois, une paroi interne 21 et une paroi externe 22 destiné à recevoir l'élément transparent 2. La paroi interne 21 dépasse l'extrémité renflée formant renfort 23 de l'élément structural 35 interne 18 de l'arceau et s'applique sur l'élément

transparent sur une largeur plus importante que la paroi externe 22 dudit logement. L'élément transparent 2 est rendu solidaire de son talon d'accrochage 20 par collage et l'assemblage de l'ensemble est réalisé par un boulonnage tel que 24. Dans la face interne de l'élément 18, au droit de sa partie de renfort 23, est pratiquée une gorge 25. Une ouverture 25' de ladite gorge est située en regard de la paroi interne 21 et sensiblement en regard de l'extrémité de la paroi externe 22. Dans cette gorge est disposé le cordeau pyrotechnique 8 dont une première longueur est installée dans la bordure longitudinale 5. Ce positionnement du cordeau 8 ajouté à la forme du talon d'accrochage 20 de l'élément transparent 2 est tel que la détonation dudit cordeau a pour effet un découpage franc dudit élément et une impulsion importante dirigée de l'intérieur vers l'extérieur de l'habitacle comme l'indique la flèche F<sub>2</sub>. Le cordeau détonant 8 logé comme nous l'avons vu dans la bordure longitudinale 5, puis dans l'arceau avant 3, est ensuite disposé dans la bordure 6 de la même façon que dans la bordure 5. La mise en place de la suite du cordeau 8 dans l'arceau arrière 4, dont une section suivant IV de la figure 1 est représentée à la figure 4, s'effectue de la façon indiquée ci-après.

L'arceau arrière 4 est composé de deux éléments structuraux, à savoir un élément interne 26 et un élément externe ou couvre-joint 27. Ces deux éléments prennent en sandwich un talon d'accrochage 28 en matériau composite offrant un logement 28' à deux parois, une paroi interne 29 et une paroi externe 30, destiné à recevoir l'élément transparent 2. La paroi interne 29 recouvre ce dernier sur une largeur moindre que la largeur de la paroi externe 30. L'élément transparent 2 est rendu solidaire de son talon d'accrochage 28 par collage et l'assemblage de l'ensemble est réalisé par

un boulonnage 31. Dans la face interne de l'élément 26, dans la zone renforcée 32, est pratiquée une gorge 33. L'ouverture 33' de ladite gorge est située en regard de la paroi 29 et en regard également de la paroi externe 30. Dans la gorge 33-  
5 est disposé le cordeau détonant 8. Le positionnement de ce dernier et la forme du talon d'accrochage 28 sont tels que la détonation du cordeau provoque une rupture partielle de l'élément transparent 2 suivie d'un délamage de son bord concourant à un effet de retenue  
10 temporaire sur l'impulsion dirigée de l'intérieur vers l'extérieur de l'habitacle comme l'indique la flèche F<sub>3</sub>.

Les effets composés de la détonation du cordeau pyrotechnique 8 sur la périphérie de la verrière, c'est-à-dire découpage et découlage de l'élément  
15 transparent de verrière et impulsions dirigées de bas en haut et de l'intérieur vers l'extérieur de l'habitacle avec retenue sur l'arceau arrière, entraînent de façon concomitante un mouvement de basculement vers l'arrière de l'avion de l'élément transparent ainsi  
20 découpé, et son éjection à très grande vitesse libérant de ce fait la trajectoire du siège éjectable de tout obstacle.

Le dispositif pyrotechnique et le procédé d'éjection de l'élément transparent de la verrière  
25 peuvent être adaptés à tout type de verrière d'avion mono ou multiplaces. Dans le cas, par exemple, où la verrière est composée de deux éléments transparents avant et arrière, ceux-ci sont séparés par un arceau central unique dont la technologie sera celle qui  
30 est représentée sur la figure 3 pour la partie arrière de l'arceau et celle qui est représentée sur la figure 4 pour la partie avant. Dans un autre exemple de verrière composée de deux éléments transparents gauche et droit, ceux-ci sont séparés par un montant central longitudinal dont la technologie sera iden-  
35

tique à celle qui est représentée sur la figure 2.  
Dans ces exemples de verrière comportant au moins  
deux éléments transparents, les chaînes pyrotechniques  
de découpage pourront être séparées et leur mise en  
détonation pourra être soit séparée, soit simultanée.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pyrotechnique assurant le découpage et l'éjection d'un élément transparent (2) de verrière d'avion (1), au moyen d'un cordeau détonant (8) de façon à faciliter l'éjection de l'équipage hors de l'habitacle de l'avion muni de sièges éjectables (5), ladite verrière étant maintenue dans la structure de l'habitacle par deux bordures longitudinales (5,6) comportant un profilé d'accrochage (11) 5 de l'élément transparent sur la verrière, et deux arceaux (3,4) comportant un talon d'accrochage (20,28) de l'élément transparent, caractérisé en ce que le cordeau détonant (8) est disposé à la périphérie de la verrière et logé, d'une part dans une première gorge (16) 10 ménagée dans les bordures longitudinales (5,6), contre le profilé d'accrochage (11) et en-dessous de la face inférieure (2') du bord de l'élément transparent (2), et d'autre part, dans une deuxième gorge (25,33) 15 ménagée dans les arceaux avant (3) et arrière (4), en regard et contre le talon d'accrochage (20,28).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première gorge (16), dans laquelle est disposé le cordeau détonant (8), est creusée dans la face d'une cavité formant un logement (10) destiné à recevoir l'élément transparent (2) et appartenant à la partie interne des bordures longitudinales par rapport à l'habitacle.

3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que la première gorge (16), dans laquelle est disposé le cordeau détonant, offre une ouverture (16') tournée vers l'intérieur de l'habitacle et en regard d'une paroi inclinée (15) du profilé d'accrochage (11) de l'élément transparent sur la verrière.

35 4. Dispositif selon la revendication 1

caractérisé en ce que la deuxième gorge (25,33), dans laquelle est disposé le cordeau détonant (8), est creusée dans la face interne d'un élément structural interne (18,26) par rapport à l'habitacle des arceaux

- 5 avant (3) et arrière (4) qui avec un élément structural externe (19,27) prend en sandwich le talon d'accrochage (20,28), offrant un logement (20',28') à deux parois interne (21,29) et externe (22,30), destiné à recevoir l'élément transparent (2).

- 10 5. Dispositif selon la revendication 4 caractérisé en ce que l'ouverture (25',33') de la deuxième gorge, dans laquelle est disposé le cordeau détonant (8), est tournée contre la paroi interne (21,29) du logement (20',28') pour l'élément transparent (2) auquel il adhère par collage.

- 15 6. Dispositif selon les revendications 4 et 5 caractérisé en ce que, dans l'arceau avant (3), la paroi interne (21) du logement (20') pour l'élément transparent, contre laquelle est appliqué le cordeau détonant (8) offre une plus grande largeur de recouvrement dudit élément que la largeur de la paroi externe (22) dudit logement dont l'extrémité est située en regard dudit cordeau.

- 20 7. Dispositif selon les revendications 4 et 5 caractérisé en ce que, dans l'arceau arrière (4), la paroi interne (29) du logement (28') pour l'élément transparent, contre laquelle est appliqué le cordeau détonant, offre une largeur de recouvrement dudit élément moindre que la largeur de la paroi externe (30).

- 25 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que les éléments structuraux internes (18,26) des arceaux avant et arrière et la partie interne des bordures longitudinales (5,6) offrent une zone de renforcement (17,23,32) 30 au droit duquel se situe le cordeau détonant (8).

9. Procédé pyrotechnique de découpage et d'éjection d'un élément transparent de verrière d'avion utilisant le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'élément transparent (2) est décollé et éjecté de l'avion, suivant les bordures longitudinales (5,6) à l'aide de l'énergie fournie par la détonation d'un cordeau pyrotechnique (8), disposé sous les bords de l'élément transparent (2) de façon à découper le profilé d'accrochage (11) dudit élément sur les bordures longitudinales de la verrière (1) et à créer une forte pression à sa base induisant une impulsion maximale dirigée verticalement de bas en haut ( $F_1$ ), et suivant les arceaux avant (3) et arrière (4) à l'aide de l'énergie fournie par la détonation du cordeau pyrotechnique (8), disposé contre le talon d'accrochage (20,28) de l'élément transparent, de manière telle qu'au niveau de l'arceau avant (3) ladite énergie provoque un découpage franc du talon (20) et de l'élément transparent en induisant une impulsion complémentaire de l'intérieur vers l'extérieur de l'habitacle ( $F_2$ ) et qu'au niveau de l'arceau arrière (4) elle provoque un découpage du talon (28) et de l'élément transparent en induisant une impulsion complémentaire avec retenue temporaire de l'élément transparent sur ledit talon (28), l'action conjuguée de ces décollages, de ces découpages et de ces impulsions amenant de façon concomitante le basculement de l'élément transparent vers l'arrière de l'avion et son éjection à très grande vitesse libérant la trajectoire des sièges éjectables de tout obstacle.

10. Procédé selon la revendication 9 caractérisé en ce que la détonation du cordeau pyrotechnique (8) est commandée par l'éjection de l'un des sièges (5) de l'équipage.

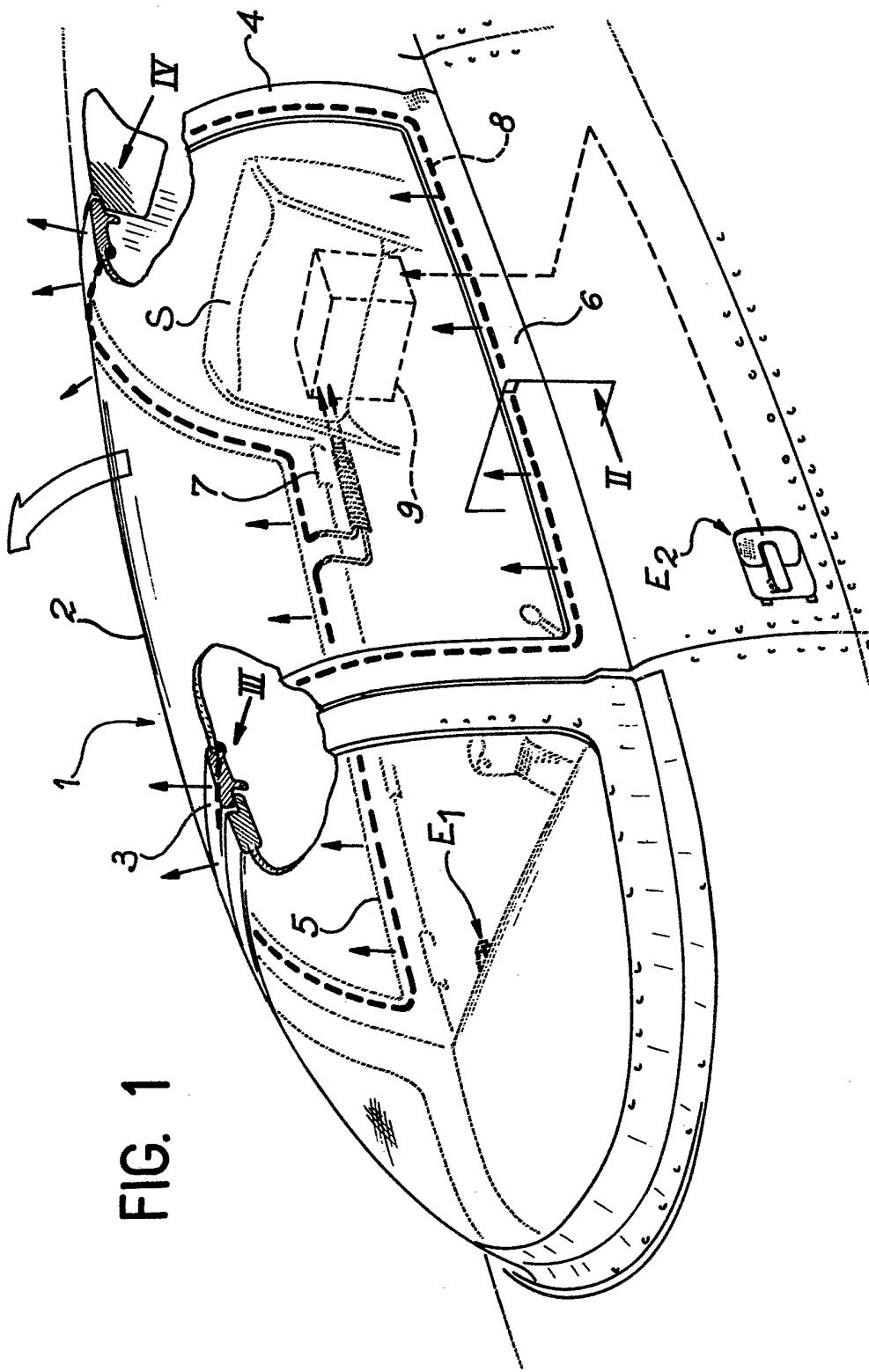
11. Procédé selon la revendication 9 caractérisé en ce que la détonation du cordeau pyrotechnique (8) est commandée par l'éjection de l'un des sièges (5) de l'équipage.

térisé en ce que la détonation du cordeau pyrotechnique (8) est commandée au moyen d'une poignée ( $E_1$ ) située à l'intérieur de l'habitacle.

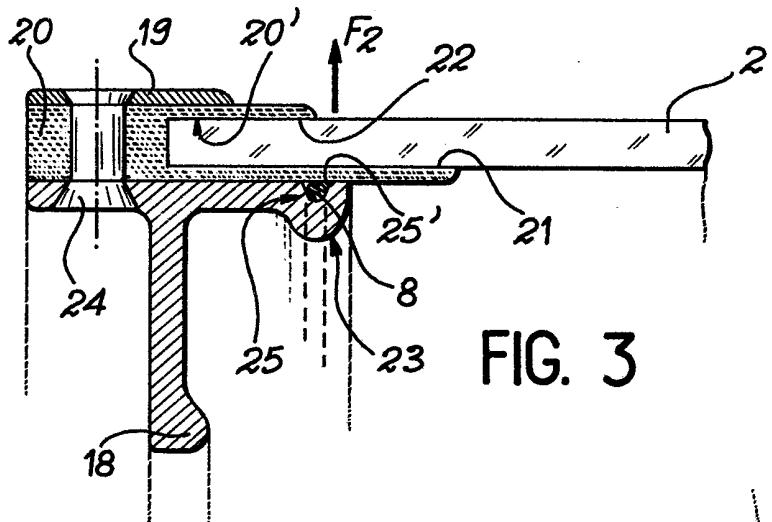
12. Procédé selon la revendication 9 caractérisé en ce que la détonation du cordeau pyrotechnique (8) est commandée au moyen d'une poignée ( $E_2$ ) située à l'extérieur de l'habitacle.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que le découpage de l'élément transparent (2) de la verrière est réalisé en faisant subsister à sa périphérie une partie du profilé d'accrochage (11) dudit élément sur ladite verrière.

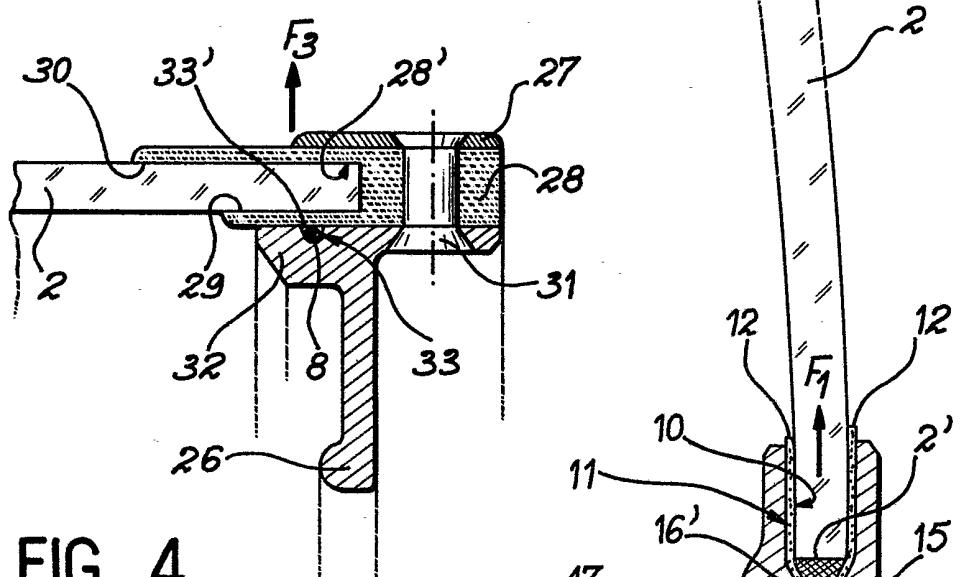
1/2



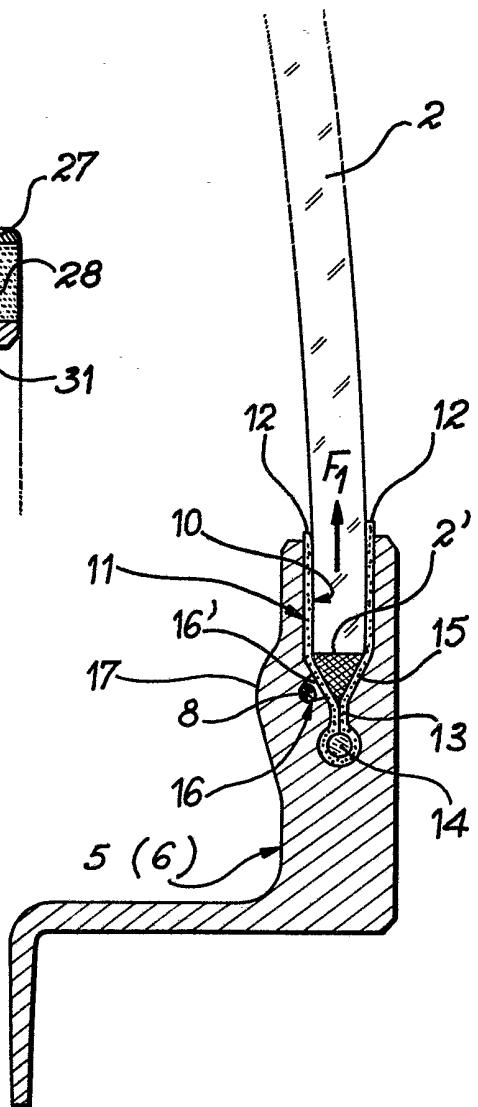
2/2



# FIG. 3



## **FIG. 4**



## **FIG. 2**