

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 28.03.91.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 02.10.92 Bulletin 92/40.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *Organisation Intergouvernementale dite: AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE — FR.*

⑦② Inventeur(s) : Panin Fabio.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : Cabinet Ores.

⑤④ Dispositif de largage d'une charge utile à partir d'un vaisseau spatial.

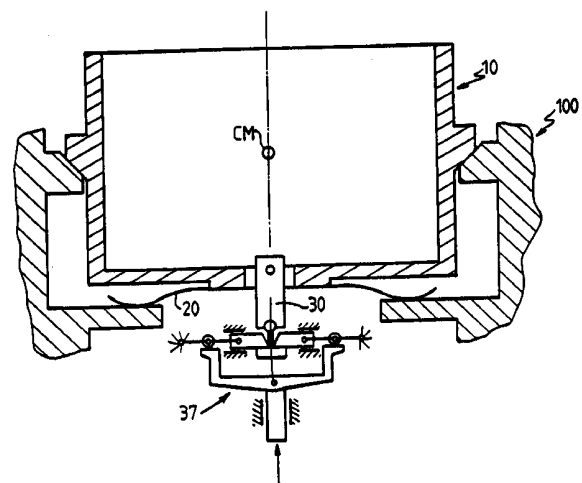
⑤⑦ Dispositif de largage d'une charge utile (10) pour un vaisseau spatial (100), comprenant:

- un moyen de connexion (30) entre la charge utile (10) et le vaisseau spatial (100);
- un dispositif de stockage d'énergie (20) pour le largage de la charge utile (10);
- un dispositif de verrouillage détachable de la charge utile au vaisseau spatial.

Ce dispositif de largage est caractérisé en ce que:

- le moyen de connexion comprend une tige unique (30) qui est alignée avec l'axe de symétrie du dispositif de largage et dont une première extrémité est fixée à la charge utile (10);
- le dispositif de stockage d'énergie (20) agit sur la première extrémité de la tige de connexion (30), et
- le dispositif de verrouillage détachable agit sur la deuxième extrémité de la tige de connexion (30), ce dispositif étant fixé au vaisseau spatial (100).

Application à l'industrie aérospatiale.



DISPOSITIF DE LARGAGE D'UNE CHARGE UTILE A PARTIR D'UN  
VAISSEAU SPATIAL

La présente invention est relative à un dispositif de largage, c'est-à-dire à un mécanisme qui est utilisé dans la technique aérospatiale pour éjecter une charge utile à partir d'un vaisseau spatial et notamment d'un satellite. Il s'agit d'un dispositif qui réunit à la fois les deux fonctions suivantes :

- connexion physique de la charge utile avec le satellite, lorsqu'il n'est pas activé, et
- séparation contrôlée de la charge utile et du satellite, après son activation.

Dans ce qui suit on fait l'hypothèse que ce dispositif fonctionne en l'absence de toute gravité : bien qu'il s'agisse donc d'un dispositif destiné essentiellement aux applications spatiales, la validité du concept qui est à la base de celui-ci n'est pas cependant affectée par l'effet gravitationnel.

Le largage d'une charge utile à partir d'un satellite peut être nécessaire pour différentes raisons. Typiquement, il s'agit d'une solution de sécurité utilisée en dernier ressort lorsque la charge utile ne peut pas être récupérée lors du retour sur terre, ou en cas de mauvais fonctionnement et qu'on ne peut pas la réparer, ou encore lorsque la charge utile constitue un danger pour l'intégrité du satellite.

Le dispositif de largage idéal est celui qui permet de couper, après son activation, tout lien physique entre la charge utile et le satellite de manière instantanée et qui est capable d'imprimer à la charge utile une vitesse telle que celle-ci puisse couvrir une distance de sécurité prédéterminée dans le temps le plus court. Le largage devrait avoir lieu d'une manière contrôlée avec un transfert d'énergie minimale au satellite, et ce pour réduire les perturbations induites par la séparation rapide de la charge utile, c'est-à-dire

par les efforts de réaction dus au fait que la libération de l'énergie d'éjection stockée nécessite l'activation de dispositifs qui créent l'échange d'impacts transitoires entre les différents composants d'un dispositif de largage. Or, cette réduction des perturbations est une condition très difficile à satisfaire en pratique et correspond à un des besoins prioritaires dans la technique en question qui n'a pas encore trouvé de solution satisfaisante.

10 A cet égard, deux éléments sont critiques pour satisfaire à cette condition : le dispositif de stockage de l'énergie d'éjection de la charge utile et le dispositif de libération contrôlée de l'énergie ainsi stockée.

15 En ce qui concerne le dispositif de stockage de l'énergie de largage, on utilise essentiellement deux types de solutions :

- des ressorts préchargés dans lesquels l'énergie de largage est stockée sous forme d'énergie élastique, ou

- des dispositifs comportant un gaz ou un liquide sous pression qui fournissent la poussée nécessaire au largage.

25 Cette dernière solution est d'une conception complexe, qui se prête essentiellement au largage d'éléments de grandes dimensions, tels que les coiffes de dispositifs de lancement, plutôt que de charges utiles ayant les dimensions visées dans le cadre de la présente invention.

30 Les dispositifs basés sur l'utilisation de ressorts sont très communs : à cet effet, il existe une variété de réalisations avec différentes dispositions de ressorts. Il est courant d'adopter un ou plusieurs ressorts hélicoïdaux préchargés en compression. Des dispositifs utilisant une pluralité de ressorts semblent

35 satisfaire aux exigences des projeteurs de ce type de

dispositifs, surtout parce qu'ils permettent d'augmenter la sécurité de fonctionnement, parce qu'un défaut ou un arrêt de fonctionnement sont les seules pannes plus probables pour un ressort.

5 Bien entendu, la disposition d'un ressort est étroitement liée au dispositif de retenue adopté pour le maintenir sous tension -à savoir au dispositif de verrouillage- ainsi qu'au dispositif de guidage, qui est normalement prévu pour contrôler le mouvement de la charge utile lorsque celle-ci est soumise à l'action d'un  
10 ressort.

Des dispositifs pyrotechniques ont été utilisés très largement dans l'activation des dispositifs de largage ainsi que du déverrouillage des dispositifs de  
15 retenue.

En particulier, les écrous et les coupe-boulons explosifs pourraient constituer une solution satisfaisante aussi parce qu'ils sont désormais des outils standard ; toutefois, ils ne peuvent pas être  
20 utilisés seuls en raison de la limitation imposée par la dimension de l'élément à couper ( typiquement cette dimension est égale à 12,7 mm -0,5 pouce- en diamètre, ce qui à son tour limite la capacité de sollicitation du système). Pour faire face à ces limitations, on pourrait  
25 utiliser un dispositif de verrouillage spécialement conçu à cet effet et destiné à être activé par allumage d'un dispositif pyrotechnique ; de façon alternative, on pourrait adopter simplement un ensemble de dispositifs pyrotechniques.

30 Cependant, la complexité accrue du projet rend l'emploi des dispositifs pyrotechniques un choix peu intéressant. En plus, un problème de synchronisation peut se produire dans le cas d'un système distribué de dispositifs pyrotechniques. Des solutions à ce dernier  
35 problème existent, mais elles impliquent des pénalisations en termes de complexité de conception.

Au demeurant, la sécurité de fonctionnement des dispositifs pyrotechniques peut être mise en question lorsqu'on considère leur performance en termes de durée  
5 de vie ainsi que leur principe de fonctionnement. En réalité, peu importe le taux de succès des échantillons testés à cet effet, car il n'en demeure pas moins qu'un dispositif pyrotechnique peut être défectueux et tomber en panne.

10 Les coupe-boulons pyrotechniques sont souvent utilisés pour la séparation d'une bride de serrage Marman. Ce type de bride est sans doute le dispositif de retenue le plus communément utilisé, probablement en raison de la simplicité de son principe de  
15 fonctionnement.

Toutefois, ils présentent un certain nombre d'inconvénients qui, selon la Demanderesse, échappent normalement à l'attention des techniciens en la matière et qui sont indiqués ci-après.

20 a) La dynamique d'activation visant à débloquer une bride de serrage préalablement tendue est un événement stochastique. Les vibrations de la bride de serrage et les interactions avec les éléments environnants peuvent être prédites seulement à l'aide de  
25 modèles de calcul automatique spécialement conçus à cet effet, et ce jusqu'à un certain point. Le comportement dynamique réel peut différer sensiblement en raison d'une forte dépendance d'un certain nombre de paramètres, tels que la précontrainte, la géométrie des interfaces et les  
30 tolérances de fabrication, et peut présenter des aspects particuliers. Normalement, on tient compte de cela en ajoutant des dispositifs qui saisissent la bride de serrage après libération et amortissent les vibrations. En outre, la fiabilité du caractère répétitif du  
35 comportement de la bride de serrage est basée sur des tests qui peuvent être très coûteux, notamment pour des

articles de grandes dimensions, et est sensible aux variations des paramètres évoqués plus haut.

b) Pour que le dispositif de largage s'ouvre correctement, la bride de serrage doit être libérée  
5 extrêmement rapidement. Ceci peut-être difficile à réaliser en pratique et un arrêt du fonctionnement peut avoir lieu à cause d'une action de ressort asymétrique, surtout dans le cas où plusieurs ressorts sont utilisés.

c) Pour éviter l'arrêt du fonctionnement dans  
10 le cas de coupe-boulons, la bride de serrage doit être libre de tourner sans limites. Cela signifie qu'on peut également avoir besoin de dispositifs de serrage de boulons de conception spéciale.

Bien entendu, cela augmente la complexité d'un  
15 projet initialement simple. Une solution intéressante est celle adoptée pour le dispositif de largage et de mise en rotation CASSINI. Une bride de serrage Marman est constituée d'un certain nombre de pinces uniformément espacées tout autour d'un anneau de séparation. Chaque  
20 pince est activée par un ressort préchargé et est maintenue en place par un câble précontraint. Le câble est coupé avec des dispositifs pyrotechniques. Cette solution peut entraîner une réduction de masse, notamment pour des brides de grandes dimensions. Un conteneur pour  
25 le câble est, bien entendu, prévu aussi.

Ci-après on fait référence à trois publications illustrant l'état de la technique afférent au domaine visé par la présente invention.

L'Article "The design and analysis of a double  
30 swivel toggle release mechanism for the Orbiter stabilized payload deployment system" de G.KING et T.SAI, 23rd Aerospace Mechanisms Symposium, 3-5 May 1989, pp 39-57, NASA-CP-3032 décrit un mécanisme de libération qui utilise une articulation à vis pivotantes ainsi que trois  
35 moyens de rétraction agissant radialement pour la libération.

Toutefois, cette solution réalise l'activation du dispositif de libération à l'aide de moyens pyrotechniques.

L'Article "A clamp mechanism for deployable  
5 three ton payloads" de R.BIRNER et H. RAL, 15th Aerospace  
Mechanisms Symposium, 14-15 May 1981, pp-375-390, NASA-  
CP-2181 décrit, entre autres, un dispositif de serrage ou  
verrouillage dans lequel le moyen de verrouillage est  
retiré à l'aide d'un système articulé à charnière et  
10 coulisse.

En outre, l'Article "A spring actuated spin  
and ejection device for interplanetary missions" de  
V.COMPARETTO et P.COSTE, 4th European Space Mechanism and  
Tribology Symposium, 20-22 Septembre 1989, pp 207-214,  
15 ESA-SP-299 décrit l'utilisation d'une bride de serrage  
Marman qui comporte une pluralité de pinces de serrage  
maintenues en place par un câble.

La présente invention s'est donc donné pour  
but de pourvoir à un dispositif de largage d'une charge  
20 utile qui répond aux nécessités de la pratique mieux que  
les dispositifs du même type, visant au même but,  
antérieurement connus, notamment en ce que :

- l'énergie échangée entre la charge utile et  
le satellite est minimisée, tout en permettant une  
25 séparation de la charge utile se déroulant suivant un  
schéma prédéfini ; ceci a pour conséquence la réduction  
des vibrations et des perturbations induites sur le  
satellite par le largage de la charge utile (qui peuvent  
constituer un problème dans quelques applications), à  
30 savoir sur les expérimentations ou les opérations en  
cours au moment du largage hors du satellite, et ceci  
pour éviter la perte de données importantes ou des  
endommagements aux instruments de bord voire  
l'interruption même de toute expérimentation ou opération  
35 en cours ; à cet égard, c'est-à-dire pour obtenir un  
largage n'induisant que de petites perturbations sur le

satellite et donc un petit impact sur l'orientation de celui-ci, il a été préféré d'éliminer l'emploi des dispositifs pyrotechniques évoqués plus haut ainsi que l'usage des brides de serrage Marman dans le cadre du développement du dispositif de largage objet de la présente invention ;

- la vitesse initiale de la charge utile larguée assure qu'un certain écartement par rapport au satellite soit atteint après un temps prédéterminé, cet écartement étant spécifié comme "l'enveloppe" de sécurité autorisée pour la charge utile afin que celle-ci se déplace après la séparation du satellite sans interférer avec celui-ci ;

- il présente une rigidité adéquate pour le fonctionnement en orbite de la charge utile et pour la transmission des efforts de lancement ou de retour sur terre, ce qui peut correspondre à un aspect décisif du projet du dispositif de largage, et ce en fonction des caractéristiques de la charge utile ;

- il ne présente pas le risque d'un défaut ou d'un arrêt du fonctionnement du ressort de stockage de l'énergie minimale nécessaire pour impartir à la charge utile la vitesse d'éjection ;

- aucun guidage de la charge utile n'est nécessaire.

Les objectifs évoqués plus haut permettent d'associer une simplicité de structure à une durée de vie supérieure, ce qui rend le dispositif de largage selon l'invention réellement efficace, c'est-à-dire présentant un comportement très proche du dispositif idéal évoqué plus haut.

La présente invention a pour objet un dispositif de largage d'une charge utile pour un vaisseau spatial, comprenant :

- un moyen de connexion entre la charge utile et le vaisseau spatial ;



- un dispositif de stockage d'énergie pour le largage de la charge utile ;

- un dispositif de verrouillage détachable de la charge utile au vaisseau spatial,

5 caractérisé en ce que :

- le moyen de connexion comprend une tige unique qui est alignée avec l'axe de symétrie du dispositif de largage et dont une première extrémité est fixée à la charge utile ;

10 - le dispositif de stockage d'énergie agit sur la première extrémité de la tige de connexion, et

- le dispositif de verrouillage détachable agit sur la deuxième extrémité de la tige de connexion, ce dispositif étant fixé au vaisseau spatial.

15 Selon un mode de réalisation préféré du dispositif de largage conforme à l'invention :

- la deuxième extrémité de la tige de connexion est équipée d'une vis à tête pivotante, et

20 comprend :

\* deux demi-colliers de verrouillage de la vis à tête pivotante dont est équipée la tige de connexion ;

25 \* deux systèmes articulés à charnière et coulisse dont chacun est fixé à une extrémité et relié à un des deux demi-colliers à l'autre extrémité ;

30 \* une fourche d'équilibrage dont chaque bras agit sur un des deux systèmes articulés à charnière et coulisse, sous l'action d'un coulisseau axial actionné par un ressort de manière à faire coulisser les deux demi-colliers dans des rails correspondants et à libérer la vis à tête pivotante et donc la  
35 tige de connexion et l'énergie de largage, la fourche d'équilibrage étant susceptible

de pivoter autour d'une charnière en cas de défaut de coulissement, à savoir de blocage, d'un des deux demi-colliers, dans ce cas le désengagement de la tige de connexion étant obtenu par pivotement de la vis à tête pivotante contre le demi-collier bloqué, et ce sous l'action du dispositif de stockage de l'énergie agissant sur la première extrémité de la tige de connexion.

Selon un mode de réalisation préféré du dispositif de largage conforme à l'invention, le dispositif de stockage de l'énergie de largage de la charge utile est constitué par un ressort unique à diaphragme pourvu d'encoches radiales et ayant un profil galbé en section axiale.

Selon encore un mode de réalisation préféré du dispositif de largage conforme à l'invention, entre le satellite et la charge utile existe une interface de séparation qui est définie par une assise constituée par une surface conique.

Selon une variante avantageuse de ce dernier mode de réalisation, entre le satellite et la charge utile existe une interface de séparation qui est définie par une assise constituée par une surface tétraédrique.

Outre les dispositions qui précèdent, l'invention comprend encore d'autres dispositions, qui ressortiront de la description qui va suivre.

L'invention sera mieux comprise à l'aide du complément de description qui va suivre, qui se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 illustre de façon schématique les composants principaux du dispositif de largage conforme à la présente invention : pour des raisons de simplicité, le dispositif de libération n'a pas été représenté, alors que le dispositif de verrouillage y est représenté désengagé de la tige de connexion ;

- la figure 2 est une représentation partielle du ressort à diaphragme utilisé comme dispositif de stockage de l'énergie nécessaire pour le largage de la charge utile dans le cadre de la présente invention : la  
5 forme des encoches radiales est seulement donnée à titre d'exemple (la représentation sur 90° est due à des raisons de symétrie du ressort) ;

- la figure 3 est une coupe suivant III sur la figure 2 : il s'agit du profil, sensiblement en forme de  
10 S inversé, dans un plan axial du ressort à diaphragme ; la tangente à l'extrémité externe du profil est perpendiculaire à l'axe principal p de symétrie du dispositif de largage ;

- la figure 4 est une vue de dessus  
15 schématique du dispositif de verrouillage de la tige de connexion entre le satellite et la charge utile à larguer ;

- la figure 5 est une coupe suivant V du dispositif de verrouillage illustré à la figure 4 ;

20 - la figure 6 est une coupe suivant VI du même dispositif de la figure 4 ;

- la figure 7 est une coupe axiale, avec arrachements, du moyen de liaison articulée utilisée dans le cadre de l'invention en instance entre le dispositif  
25 de verrouillage et la tige de connexion ;

- la figure 8 est une variante de réalisation du moyen de liaison articulée illustrée à la figure 7 ;

- la figure 9 est une représentation schématique, avec arrachements, d'une première solution  
30 de principe du dispositif de libération selon l'invention ;

- la figure 10 est une représentation, également schématique et avec arrachements, de la solution effectivement adoptée pour le dispositif de  
35 libération ;

- la figure 11 est une illustration en coupe axiale, avec arrachements et à l'échelle 2 : 1, de détails du mode de réalisation illustré schématiquement à la figure 10 ;

5 - les figures 12 à 15 sont des illustrations schématiques de quelques composants du dispositif de libération selon l'invention permettant de suivre les calculs effectués dans le cadre de l'étude de faisabilité de la solution adoptée dans la présente invention ;

10 - les figures 16 et 17 sont des illustrations en coupe axiale, également schématiques, qui diffèrent entre elles en ce qui concerne l'emplacement de l'interface de séparation entre le satellite et la charge utile, cette interface étant relativement distante du  
15 Centre de la Masse (CM) de la charge utile dans le cas de la figure 16, alors qu'elle est sensiblement au même niveau du CM dans le cas de la figure 17 ;

- les figures schématiques 18a à 18e et 19a à 19e correspondent à des dessins obtenus dans le cadre  
20 d'une étude de simulation et visent à illustrer le principe de fonctionnement du dispositif de largage selon l'invention, à des instants successifs, respectivement, dans le cas où le déverrouillage des deux demi-colliers a lieu normalement et dans le cas où seulement un des deux  
25 demi-colliers est déverrouillé, alors que l'autre est bloqué : dans ce dernier cas les figures illustrent en particulier le principe de fonctionnement de la vis à tête pivotante dont est pourvue l'extrémité de la tige de connexion et qui autorise de toutes façons son  
30 désengagement.

Il doit être bien entendu, toutefois, que ces dessins et les parties descriptives correspondantes, sont donnés uniquement à titre d'illustration de l'objet de l'invention, dont ils ne constituent en aucune manière  
35 une limitation.

Dans la tentative d'éliminer les inconvénients présentés par les solutions de l'Art antérieur, la Demanderesse a examiné de façon critique un certain nombre de solutions existantes, telles qu'évoquées plus haut, et a été amenée à définir les critères de conception des composants principaux d'un dispositif de largage d'une charge utile à partir d'un vaisseau spatial et notamment d'un satellite, à savoir des composants suivants :

- 10 - interface de séparation entre le satellite et la charge utile à larguer ;
- le dispositif de stockage de l'énergie nécessaire pour le largage de la charge utile ;
- le moyen de connexion entre la charge utile et le satellite ;
- 15 - le dispositif de verrouillage détachable de la charge utile au satellite, qui assure la libération contrôlée de l'énergie de largage.

Cette démarche a été effectuée en tenant présent à l'esprit les objectifs qui sont à la base de la présente invention et en tenant compte, en même temps, du fait que l'analyse critique et comparative des solutions de l'Art antérieur a permis de conclure qu'aucun dispositif existant ne peut être considéré comme étant satisfaisant, mises à part certaines applications, telles que le largage de la coiffe d'un dispositif de lancement, qui diffère -à proprement parler- des applications visées dans le cadre de la présente invention.

En outre, le nouveau concept qui a été élaboré dans le cadre de la présente invention a été vérifié dans sa validité par une étude de faisabilité.

Pour le projet préliminaire et l'évaluation des performances du dispositif de largage proposé dans le cadre de la présente invention, les contraintes suivantes doivent être prises en considération :

- 1) le poids de la charge utile : 100 kg

- (valeur typique pouvant atteindre 500 kg) ;
- 2) les dimensions de la charge utile :  
0,90 x 0,90 m (base)  
1,30 m (hauteur) ;
  - 5 3) décalage du Centre de la Masse (CM) de la charge utile :  
0,20 m maximum par rapport au satellite ;
  - 4) vitesse d'éjection : supérieure à 0,25 m/s;
  - 10 5) "enveloppe" de sécurité : cône ayant un angle de 40° ;
  - 6) rigidité : d'une valeur suffisante pour satisfaire les exigences de liaison de la charge utile au satellite en orbite ;
  - 7) force de liaison : d'une valeur suffisante  
15 pour satisfaire ces exigences ;
  - 8) échange énergétique entre charge utile et satellite : à minimiser ;
  - 9) libération de l'énergie de largage stockée : effectuée en induisant sur le  
20 satellite des sollicitations impulsives minimales ;
  - 10) simplicité de conception : à maximaliser ;
  - 11) sécurité de fonctionnement : à maintenir élevée en termes d'un niveau de  
25 prévisibilité élevé, c'est-à-dire en permettant une séparation de la charge utile se déroulant suivant un schéma prédéfini ;
  - 12) caractère "redondant" du verrouillage :  
30 il s'agit de la possibilité qu'une panne ait lieu dans le fonctionnement lors de la désactivation du dispositif de verrouillage, sans que cela entrave le largage de la charge utile ;
  - 35 13) durée de vie : au moins cinq ans avant activation.

Bien entendu, les indications données ci-dessus pour les différentes contraintes sont seulement orientatives et visent uniquement à définir les limites des applications dans le cadre de la présente invention ;  
5 en particulier, les contraintes définies par les points 6 et 7 ci-dessus dépendent fortement de l'application visée, qui doit donc être définie de façon précise. Toutefois, la contrainte évoquée au point 6 n'est pas un paramètre directeur du projet : en fait, elle affecte  
10 essentiellement l'interface de séparation. Les contraintes indiquées sous 8 et 9 sont en réalité celles qui caractérisent, bien qu'exprimées qualitativement, le dispositif de largage selon l'invention et en font sa spécificité lorsqu'on le compare aux dispositifs  
15 existants.

La figure 1 est une vue schématique des composants principaux mentionnés plus haut. Cette figure montre la charge utile 10 en train d'être éjectée sous l'action du ressort principal 20. Le dispositif de  
20 libération (Cf les détails à la figure 11) n'est pas illustré dans la figure schématique 1 pour des raisons de simplicité.

Des dispositifs comportant une pluralité de ressorts sont normalement adoptés pour augmenter la  
25 sécurité de fonctionnement. Toutefois, ceci ne correspond pas à une justification basée sur des démonstrations de fait. Au contraire, le défaut de fonctionnement d'un ressort est un événement hautement improbable.

En outre, un tel risque peut être réduit par  
30 un procédé de fabrication approprié, comprenant des essais éliminatoires avant assemblage, et par des contrôles de qualité.

Fonctionnellement, l'emploi d'un ressort unique est suffisant, alors que l'emploi de plusieurs  
35 ressorts ne fait qu'augmenter la complexité du projet. Les effets d'une poussée de ressort asymétrique -qui

peuvent être dus, entre autres, à une distribution non uniforme du frottement entre les ressorts- peuvent empirer la performance. C'est la raison pour laquelle on a préféré utiliser un ressort unique dans le cadre de la présente invention.

Pour assurer une action symétrique sur la charge utile et une bonne capacité de compensation du décalage du CM de la charge utile par rapport au satellite, il est nécessaire d'adopter un ressort de grand diamètre. Ceci exclut les ressorts hélicoïdaux. C'est la raison pour laquelle le ressort à diaphragme 20, de grandes dimensions, comportant des encoches (Cf la figure 2) radiales 21, formées de manière à fournir le nécessaire diagramme charge/déformation, a été adopté dans le cadre de la présente invention. Le profil de la section du ressort 20 est conçu de manière à assurer une action en douceur de celui-ci pendant l'éjection et peut-être du type indiqué à la figure 3 (la référence 22 dans cette figure, ainsi que dans la figure 2, correspond aux ailettes du ressort à diaphragme 20 séparant deux encoches 21 consécutives).

En principe, une action de ressort minimale est nécessaire pour larguer la charge utile 10 après la séparation de celle-ci du satellite 100. Un paramètre décisif est constitué par la vitesse d'éjection : la force exercée par le ressort doit accélérer la charge utile jusqu'à lui faire atteindre la vitesse requise. Il s'en suit que, plus basse est la vitesse d'éjection, plus l'action provoquée par le ressort est mesurée. A moins que des raisons spécifiques portent à sélectionner une vitesse d'éjection particulièrement élevée, des valeurs comprises dans l'intervalle 0,25 à 0,50 m/s sont normalement acceptables. Compte tenu des limites imposées à la charge utile susceptible d'être adoptée dans le cadre de la présente invention, ce qui précède revient à dire qu'on a besoin d'un ressort relativement petit. La



constante K du ressort peut-être calculée à l'aide du principe de conservation de l'énergie, imposant l'égalité entre l'énergie cinétique de la charge utile larguée, de masse m, et l'énergie élastique du ressort de largage déformé d'une quantité x, comme indiqué ci-après :

$$0,5 mv^2 = 0,5 \cdot K \cdot x^2$$

où :

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$v = 0,25 \text{ m/s}$$

$$10 \quad x = 0,03 \text{ m.}$$

Il s'en suit que :

$$K = m \cdot (v/x)^2 = 69,4 \text{ N/m.}$$

Le guidage mécanique de la charge utile pendant la poussée du ressort est généralement adopté.

15 Toutefois, les simulations montrent que :

- si le décalage du CM de la charge utile (relatif à la résultante de la force exercée par le ressort) est petit, le guidage n'a en principe aucun effet, en sorte que dans ce cas il ne serait pas requis ;

20 - si ce décalage est grand (par exemple, en raison d'un défaut ou d'un arrêt du fonctionnement du ressort, notamment dans un système de largage à plusieurs ressorts), le guidage augmente les efforts de réaction échangés entre la charge utile et le satellite et  
25 amplifie les vibrations des appendices flexibles. Ceci s'explique par le fait que le guidage soumet le système à une contrainte supplémentaire.

Donc, si les défauts de fonctionnement sont éliminés dans les cas où un guidage est en principe  
30 requis, cela signifie qu'on peut même se passer d'un tel guidage.

Comme résultat de cela, des dispositifs de guidage ne sont pas prévus dans le dispositif de largage objet de la présente invention. En fait, la conception  
35 est telle que le vecteur de vitesse d'éjection a une direction correcte et que la charge utile ne sort pas de

ce qu'on a déjà appelé plus haut "l'enveloppe" de sécurité.

Comme déjà évoqué plus haut, la rigidité à prévoir pour la connexion matérielle entre la charge utile et le satellite dépend des contraintes de la charge utile.

Or, il a lieu de préciser que la rigidité totale est définie par :

- 1) la rigidité de l'interface 50 (Cf la figure 1) entre la charge 10 et le satellite 100, et
- 2) la rigidité de la connexion (Cf la référence 30 à la figure 1) de cette charge utile 10 au satellite 100.

En ce qui concerne l'interface, celle-ci a une surface primitive conique 50 offrant à la charge une assise capable de résister aux efforts axiaux ainsi qu'aux efforts latéraux, sous l'action de la force de connexion. Une solution est définie, par exemple, par la possibilité de donner à l'interface une configuration d'engrenage conique de grand diamètre : les dents de cet engrenage fournissent dans ce cas une rigidité en torsion supplémentaire.

L'emplacement de l'interface 50 par rapport au Centre de Masse (CM) de la charge utile 10 peut varier comme illustré aux figures 16 et 17 : à la figure 16 l'interface y est représentée comme étant relativement distante du CM, alors qu'à la figure 17 elle y est représentée comme étant disposée sensiblement au même niveau du CM. Cette dernière disposition permet de mieux résister aux sollicitations latérales (c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe principal du dispositif de largage) qui n'affectent pas la tige de connexion.

Bien sûr, d'autres solutions peuvent être conçues dans le but d'offrir une assise stable à la charge utile : par exemple, trois plateaux espacés angulairement de  $120^\circ$  l'un par rapport à l'autre et en

biais par rapport à l'axe principal, offrant ainsi une surface primitive tétraédrique (cette solution n'étant pas représentée).

L'analyse de telles solutions alternatives n'est cependant pas importante dans le cadre de la présente invention parce qu'elles n'affectent pas le principe qui est à la base de la conception de l'interface. En fait, celle-ci peut être réalisée de manière à satisfaire aux contraintes de rigidité applicables, et ce sans incidence sur la conception de base.

En ce qui concerne la connexion, celle-ci est réalisée à l'aide d'une tige unique (Cf référence 30 à la figure 1), dont une extrémité est fixée au satellite 100, alors que l'autre extrémité est fixée à la charge utile 10.

En ce qui concerne la rigidité de la connexion, la force de liaison entre la charge utile et le satellite peut être exprimée par la formule simplifiée suivante :

$$F = F_0 + K \cdot x$$

où :

$F_0 = m_s \cdot F_{\max}$  : précontrainte

$m_s$  : marge de sécurité

$F_{\max}$  : charge maximale autorisée (comprenant des facteurs d'effort)

$K$  : rigidité totale.

Pour des raisons de simplicité, ces deux contributions à la rigidité totale peuvent être représentées par deux ressorts travaillant en parallèle et représentant l'un l'interface, l'autre la connexion.

Etant donné que la rigidité de la tige de connexion 30 est beaucoup plus basse que celle de l'interface 50, la contribution de la tige de connexion 30 à la rigidité totale peut-être négligée. Cette tige de connexion fournit, en fait, essentiellement la force de

liaison, qui constitue un paramètre directeur du projet de celle-ci.

En ce qui concerne le dispositif de verrouillage détachable, celui-ci est défini par une solution très simple et originale -qui offre également un certain nombre d'avantages- définie par le dispositif 5 illustré aux figures 4 à 6. Deux demi-colliers 41 et 42 saisissent une extrémité de la tige de connexion 30. La tige 30 est équipée d'une collerette (telle qu'illustrée 10 par la référence 31 à la figure 5) pour offrir une réaction à la force de liaison. Les demi-colliers 41 et 42 peuvent glisser dans des rails 43 perpendiculaires à l'axe principal du dispositif de largage et peuvent être facilement dimensionnés pour résister aux sollicitations 15 appliquées. A la place des simples rails illustrés aux figures 4 à 6, des roulements à faible frottement -telles que les pistes de réticulation de billes- peuvent être adoptées pour améliorer les performances du dispositif de largage.

20 Le dispositif de libération fait déplacer les demi-colliers 41 et 42 radialement vers l'extérieur à partir de la tige 30, qui est ainsi déverrouillée. Sous l'action du ressort à diaphragme 20 la charge utile est éjectée. Pour assurer la capacité de tolérer un défaut de 25 fonctionnement, une vis 35 à tête pivotante est utilisée, comme illustré à la figure 7. Il s'agit d'une vis dont la tête 32 pivote autour du centre d'un support 33 disposé à une extrémité de la tige de connexion 30. La tension de la tige peut être ajustée par vissage de ce support 33 30 pendant l'assemblage. Les demi-colliers 41 et 42 viennent en butée contre une collerette 31, qui est liée à la tige de connexion 30 à travers l'extrémité 34 de la vis où il y a le filet. Dans le cas de défaut de fonctionnement d'un demi-collier, lorsque le dispositif de libération 35 est activé, la vis 35 à tête pivotante permet le

désengagement de la tige de ce demi-collier. Ceci assure donc la séparation de la charge utile 10, comme requis.

La disposition illustrée à la figure 8 est aussi possible. Ici la tête 32 pivote à l'intérieur du support 33a maintenu par les demi-colliers de serrage 41 et 42 et logé dans la collerette 31.

Le réglage de la tension de la tige 30 est possible par l'intermédiaire du support 33a disposé à l'extrémité de cette tige 30.

Cette deuxième solution peut être préférée parce qu'elle peut offrir un désengagement plus fiable des éléments de verrouillage 41 et 42. Bien entendu, le choix entre les variantes illustrées aux figures 7 et 8 dépend du projet de détail des différents éléments.

Pour faciliter le désengagement de la collerette 31 des colliers 41 et 42, la surface de contact entre ces derniers et la collerette peut-être légèrement conique plutôt que plate (bien que ceci ait un certain effet négatif sur la stabilité du collier : en fait, il existe une composante de force dirigée suivant la direction du mouvement du collier, c'est-à-dire de l'un ou l'autre des deux demi-colliers 41 et 42). L'optimisation de l'angle conique de pivotement est donc nécessaire.

Le dispositif de libération est étroitement lié au dispositif de verrouillage 40.

La solution illustrée à la figure 9 a été considérée avant la solution de la figure 10, en raison de sa simplicité (la vis à tête pivotante n'y est pas illustrée).

L'analyse des forces a montré que l'angle de transmission  $\alpha$  doit être plutôt petit pour avoir une bonne réduction de la force nécessaire au retrait des demi-colliers 41 et 42. Ceci conduit à une limite supérieure pour la course de ceux-ci.

Les dimensions caractéristiques de ces colliers et de la tige liaison 30, ainsi que les valeurs des coefficients de frottement, jouent un rôle déterminant dans les relations de force. Le dispositif, légèrement plus complexe, illustré à la figure 10, a ensuite fait l'objet de l'analyse.

Il s'agit de l'utilisation pour chaque demi-collier de verrouillage 41, 42 d'un système articulé à charnière 38 et à coulisse 36 fixé à une extrémité et relié au demi-collier correspondant à l'autre extrémité. Une fourche d'équilibrage 37 agit par l'intermédiaire de ses deux bras sur chaque système articulé à charnière et coulisse, sous l'action d'un coulisseau axial 43a actionné par un ressort secondaire 20a développant une force  $F_a$ , de manière à faire coulisser les deux demi-colliers 41 et 42 dans les rails précités 43 : il est ainsi possible de libérer la vis à tête pivotante 35 et donc la tige de connexion 30 sous l'action du dispositif de stockage de l'énergie de largage constitué par le ressort principal à diaphragme 20. La fourche d'équilibrage 37 est susceptible de pivoter autour d'une charnière 39 en cas de défaut de coulissement, c'est-à-dire de blocage, d'un des deux demi-colliers 41, 42 : dans ce cas, le désengagement de la tige de connexion 30 est obtenu par pivotement de la vis à tête pivotante 35 contre le demi-collier bloqué, et ce sous l'action du ressort 20 agissant sur l'extrémité fixe de la tige de connexion 30.

De simples goupilles peuvent être utilisées à la place des roulements 43b illustrés à la figure 10 pour la transmission de la force d'activation  $F_a$ .

Le dispositif de verrouillage détachable conforme à l'invention fait usage de ce qu'on appelle, dans la terminologie anglo-saxonne, "overcenter principle", c'est-à-dire d'un principe de centrage bien connu des techniciens en la matière (Cf en particulier

l'Article R. BIRNER et H. RAL évoqué plus haut) et appliqué pour assurer la stabilité des demi-colliers de verrouillage lorsque ceux-ci serrent entre eux la vis à tête pivotante. L'adoption de ce principe entraîne comme  
5 avantage supplémentaire également le fait que, pour amorcer le mouvement des demi-colliers, il est nécessaire une force minimale. La séquence du processus de séparation des demi-colliers est illustrée aux figures 18a à 18e, alors que les figures 19a à 19e illustrent la  
10 même séquence, à des instants différents, dans le cas où un demi-collier est bloqué, de manière à mieux apprécier la fonction de la vis à tête pivotante (représentée dans ces figures schématiquement, pour des raisons de simplicité, sous forme d'un triangle pivotant par rapport  
15 à l'extrémité inférieure de la tige de connexion) : cette vis, grâce à son pivotement, sous l'action du ressort à diaphragme agissant au niveau de l'extrémité supérieure de la tige de connexion, peut se dégager du demi-collier bloqué, autorisant ainsi la libération de la tige et donc  
20 le largage de la charge utile dont elle est solidaire, malgré le blocage d'un des deux demi-colliers : c'est justement cette condition qui correspond à ce qui a été appelé plus haut le caractère "redondant" du verrouillage.

25 L'activation du dispositif de libération peut-être obtenue au moyen de la décharge du ressort secondaire 20a avec un amorçage par couteau thermique ou dispositif électromagnétique (représenté schématiquement par la référence 60 à la figure 11). En raison de la  
30 forte réduction de force ainsi obtenue, l'énergie requise pour l'activation n'est pas élevée.

Bien entendu, il s'agit là d'un avantage considérable du dispositif développé dans le cadre la présente invention, et ce conformément aux contraintes 8  
35 et 9 évoquées plus haut.

Ci-après, sont analysés certains critères fondamentaux concernant le projet préliminaire des dimensions essentielles et des principaux composants du dispositif de largage selon l'invention, illustré à la figure 11, qui représente en détail, à l'échelle 2 : 1, le mode de réalisation illustré schématiquement à la figure 10 : bien entendu, les mêmes composants comportent les mêmes références utilisées dans cette dernière figure. On y a représenté également une des vis, telle que celle désignée sous la référence 43c, permettant le centrage du dispositif de libération ainsi que le réglage de la précontrainte du ressort secondaire 20a.

Comme il a été déjà évoqué plus haut, des paramètres directeurs du projet sont :

- la rigidité de l'assemblage de la charge utile, et

- la sollicitation maximale autorisée sur cette charge utile.

Le premier de ces paramètres est fortement dépendant du type de charge ainsi que de l'application visée et concerne le projet de l'interface 50.

Le deuxième paramètre dépend fortement des conditions définies par l'environnement applicable à la charge utile en question, et gouverne le projet des composants du dispositif de largage qui doivent résister à la force de connexion.

En ce qui concerne la force  $F_a$  requise pour désolidariser les demi-colliers 41 et 42, on utilise les équations d'équilibre suivantes (voir les figures 12 et 13) :

$$H \cdot \cos\alpha = Q \cdot \cos\beta$$

$$F_a/2 = H \cdot \sin\alpha + Q \cdot \sin\beta$$

$$H \cdot \cos\alpha = \mu \cdot (V + F_o/2)$$

$$H \cdot \sin\alpha + F_o/2 = V$$

$$(F_o/2) \cdot d + \mu \cdot (F_o/2) \cdot b = \mu \cdot V \cdot b + V \cdot a,$$



d étant la localisation de la force de connexion  $F_0$  sur un demi-collier (les valeurs correspondant aux deux colliers 41 et 42 étant respectivement  $d_1$  et  $d_2$ ).

Il s'agit, à l'évidence, d'un système de cinq  
5 équations en les cinq inconnues suivantes :

$F_a$  : force d'activation externe,

$Q$  : force agissant suivant un bras du système articulé à charnière et coulisse précité,

10  $H$  : force agissant sur l'autre bras de ce système articulé,

$V$  : réaction du rail sur chaque demi-collier,

$a$  : localisation de  $V$  sur un demi-collier.

Ce système d'équations peut-être facilement résolu en tenant compte également de la contrainte  
15 géométrique suivante :

$$r \cdot \sin\beta = l \cdot \sin\alpha,$$

$l$  et  $r$  étant les longueurs des deux bras du système articulé à charnière et à coulisse évoqué plus haut.

Les expressions qui découlent pour  $F_a$  et  $V$   
20 peuvent être exprimées comme de pures nombres :

$$F_a/F_0 = (2 \cdot \mu \cdot \sin\alpha + \tan\beta \cdot \cos\alpha) / (\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha)$$

$$V/F_0 = \mu \cdot \sin\alpha / (\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha) + 0,5$$

$$a = F_0 \cdot (d + \mu \cdot b) / 2V - \mu \cdot b.$$

La première expression, très importante dans  
25 la présente analyse, est nommée "Rapport de Réduction de Force" (RRF). Ce rapport a la signification d'un avantage mécanique (voir l'exemple développé plus loin) et peut être utilisé comme un indicateur pour s'assurer qu'une bonne réduction de force est atteinte à la fin de la  
30 course.

Une limitation de la course est due au fait que le rapport  $F_a/F_0$  augmente rapidement avec  $\alpha$ .

La course du collier est donnée par :

$$s = r \cdot (1 - \cos\beta) + l \cdot (1 - \cos\alpha).$$

La course minimale est donc un paramètre directeur du projet qui intervient justement dans la conception du dispositif de libération.

Il y a lieu de remarquer que la course est  
5 étroitement liée à la conception de la collerette, c'est-à-dire à la limitation de la pression de contact.

Pour effectuer un projet préliminaire, on fait l'hypothèse selon laquelle :

$$s_{\min} = 5 \text{ mm.}$$

10 Il y a plusieurs paramètres qui présentent un intérêt certain et que le concepteur a à sa disposition pour optimiser les caractéristiques du dispositif de largage.

Un certain nombre de cas a été examiné et on a  
15 pu établir que :

-  $r = 1$  est une condition qui offre un compromis acceptable en termes de course et RRF ;

-  $r < 1$  est une condition qui permet d'avoir des courses plus grandes, mais en pénalisant le RRF ;

20 -  $r > 1$  est une condition qui permet d'avoir un RRF plus petit aux dépens d'une course plus courte.

Egalement le frottement influence le comportement, et donc le résultat technique, bien que non de façon significative, ce qui est un avantage de cette  
25 conception.

Des valeurs réalistes des coefficients de frottement statique et dynamique sont définies par les valeurs 0,25 et 0,20, respectivement.

En tenant compte de tout ce qui précède, on  
30 peut proposer l'ensemble suivant de paramètres définissant les caractéristiques principales du dispositif de libération :

$$\alpha = 30^\circ$$

$$r = l = 20 \text{ mm}$$

35  $\mu = 0,20$

$$b = 3 \text{ mm}$$

$$d = 5 \text{ mm}$$

$$s_{\min} = 5 \text{ mm} ;$$

à partir de ces données, on obtient :

$$F_a/F_o = 0,522$$

$$5 \quad V/F_o = 0,630$$

$$a = 3,55 \text{ mm}$$

$$s = 5,35 \text{ mm.}$$

On peut vérifier facilement que :

$$s > s_{\min}$$

10 et aussi que la condition de stabilité est vérifiée, à savoir le fait que :

$$a < d.$$

Comme déjà évoqué plus haut, les paramètres ci-dessus peuvent être légèrement modifiés de manière à  
15 diminuer le RRF et à augmenter la course en fonction de contraintes de conception plus rigoureuses.

Par exemple, une augmentation de la course peut-être obtenue en posant :

$$\alpha = 35^\circ,$$

20 alors que tous les autres paramètres restent inchangés.

Dans ce cas, il est alors :

$$s = 7,23 \text{ mm}$$

et

$$F_a/F_o = 0,651,$$

25 ce qui représente une valeur encore suffisamment basse.

Ci-après est donné un deuxième exemple de modification de l'ensemble des paramètres indiqués plus haut et vise à obtenir un dispositif plus compact. En faisant l'hypothèse que :

$$30 \quad \alpha = 35^\circ$$

$$r = l = 15 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,20$$

$$b = 3 \text{ mm}$$

$$d = 5 \text{ mm,}$$

35 il s'en suit que :

$$F_a/F_o = 0,651$$

$$V/F_0 = 0,663$$

$$a = 3,62 \text{ mm}$$

$$s = 5,42 \text{ mm.}$$

5 Dans le cas où on prend des mesures pour réduire le coefficient de frottement sur les rails de chaque demi-collier (voir le dispositif de verrouillage décrit plus haut), on peut admettre pour ce coefficient une valeur plus petite définie par :

$$\mu = 0,05.$$

10 Dans ce cas, il en résulte que, tous les autres paramètres étant inchangés comme dans le dernier exemple :

$$F_a/F_0 = 0,145$$

$$V/F_0 = 0,536$$

15  $a = 4,65 \text{ mm} < d$

$$s = 5,42 \text{ mm (inchangé).}$$

La diminution importante du RRF montre les avantages d'une réduction du coefficient de frottement, même si cela entraîne la fabrication de pièces plus  
20 complexes.

Ci-après, on aborde l'étude du comportement du dispositif de largage dans le cas où un des demi-colliers présente un défaut de fonctionnement.

25 On fait l'hypothèse que, lorsque la fourche d'équilibrage 37 se déplace vers le haut sous l'action du coulisseau de guidage 43a, un des deux demi-colliers ne se déplace pas (Cf les figures 14 et 15).

L'action de fourche n'est donc pas distribuée uniformément entre les deux demi-colliers, mais ceci  
30 n'empêche pas que le demi-collier qui ne présente pas de défaut de fonctionnement soit retiré, comme requis.

La cinématique de la fourche a été étudiée pour déterminer la course du demi-collier qui ne présente pas de défaut de fonctionnement. La relation géométrique  
35 indiquée ci-après est utilisée pour déterminer la

rotation de la fourche induite par un déplacement  $\Delta$  vers le haut de sa charnière :

$$a \cdot \sin\theta + (b + R - \Delta) \cdot \cos\theta = b + R.$$

En remplaçant :

$$\begin{aligned} \sin\theta &= 2t / (1 + t^2) \\ \cos\theta &= (1 - t^2) / (1 + t^2), \end{aligned}$$

où :

$$t = \text{tang}(\theta/2),$$

on obtient une équation linéaire du deuxième ordre en  $t$ , qui donne :

$$\theta = 2 \cdot \text{arctang} [(A - \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}) / (B + C)],$$

où :

$$A = a$$

$$B = b + R - \Delta$$

$$C = b + R.$$

Cela étant, la rotation de la tige articulée du dispositif de libération, du côté qui ne présente pas de défaut de fonctionnement, est donnée par :

$$\theta_p = \arcsin (Y_f / r),$$

où :

$$Y_f = m \cdot X_f + n$$

$$m = \text{tang}\theta$$

$$X_f = [-B' - \sqrt{B'^2 - A' \cdot C'}] / A'$$

$$A' = m^2 + 1$$

$$B' = m \cdot n - X_d$$

$$C' = n^2 + X_d^2 - r^2$$

$$n = Y_b - m \cdot X_b$$

$$Y_b = a \cdot \sin\theta + (b + r) \cdot \cos\theta - (b + r)$$

$$X_b = a \cdot \cos\theta - (b + r) \cdot \sin\theta.$$

La course est ainsi donnée par l'expression :

$$s = r \cdot (1 - \cos\beta) + l \cdot (1 - \cos\alpha),$$

où :

$$\beta = \theta_p$$

$$\alpha = \arcsin [(r/l) \cdot \sin\beta].$$

Si on adopte pour les paramètres suivants les valeurs indiquées ci-après :

$$a = 22 \text{ mm}$$

$$\Delta = 6 \text{ mm}$$

$$b = 17 \text{ mm}$$

$$R = 2 \text{ mm}$$

5  $X_d = 42,5 \text{ mm},$

il s'en suit que :

$$s = 9,846 \text{ mm},$$

cette valeur correspondant à environ le double de la course minimale requise.

10 Il y a donc lieu de conclure que, dans le cas de défaut de fonctionnement d'un demi-collier, l'autre est retiré à une vitesse supérieure à la vitesse nominale, ce qui autorise de toutes façons la libération de la tige de connexion.

15 Le développement de la conception du dispositif de libération de la tige de connexion a requis une grande partie de l'effort qu'il a fallu engager pour concevoir le dispositif de largage selon l'invention, dont il est un composant essentiel.

20 Il s'agit en fait d'un dispositif de libération multi-fonctions qui peut avoir un grand nombre d'applications. Dans l'espace, il pourrait être adopté, pratiquement sans changements importants, pour la retenue d'une pile de panneaux solaires (tels que ceux du type  
25 Eureka et Columbus), avec des améliorations significatives en termes de sécurité de fonctionnement par rapport aux solutions adoptées ou proposées couramment dans l'Art antérieur.

En dehors des applications spatiales, d'autres  
30 applications sont liées à la libération rapide de dispositifs "chargés", tels que les actionneurs des valves utilisées dans les implantations de puissance, avec des améliorations certaines des aspects de sécurité de fonctionnement par rapport à l'état de la technique  
35 correspondant.

Ainsi que cela ressort de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes de mise en oeuvre de réalisation et d'application qui viennent d'être décrits de façon plus explicite ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes qui peuvent 5 venir à l'esprit du technicien en la matière, sans s'écarter du cadre, ni de la portée, de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de largage d'une charge utile (10) pour un vaisseau spatial (100), comprenant :
- un moyen de connexion (30) entre la charge utile (10) et le vaisseau spatial (100) ;
  - un dispositif de stockage d'énergie (20) pour le largage de la charge utile (10) ;
  - un dispositif de verrouillage détachable de la charge utile au vaisseau spatial,
- caractérisé en ce que :
- le moyen de connexion comprend une tige unique (30) qui est alignée avec l'axe de symétrie du dispositif de largage et dont une première extrémité est fixée à la charge utile (10) ;
  - le dispositif de stockage d'énergie (20) agit sur la première extrémité de la tige de connexion (30), et
  - le dispositif de verrouillage détachable agit sur la deuxième extrémité de la tige de connexion (30), ce dispositif étant fixé au vaisseau spatial (100).
2. Dispositif de largage selon la revendication 1, caractérisé en ce que :
- la deuxième extrémité de la tige de connexion (30) est équipée d'une vis à tête pivotante (35), et
  - le dispositif de verrouillage détachable comprend :
    - \* deux demi-colliers (41,42) de verrouillage de la vis à tête pivotante (35) dont est équipée la tige de connexion (30) ;
    - \* deux systèmes articulés à charnière (38) et coulisse (36) dont chacun est fixé à une extrémité et relié à un des deux demi-colliers (41, 42) à l'autre extrémité ;
    - \* une fourche d'équilibrage (37) dont chaque bras agit sur un des deux systèmes



articulés à charnière (38) et coulisse (36), sous l'action d'un coulisseau axial (43a) actionné par un ressort (20a), de manière à faire coulisser les deux demi-colliers (41,42) dans des rails correspondants (43) et à libérer la vis à tête pivotante (35) et donc la tige de connexion (30) et l'énergie de largage, la fourche d'équilibrage (37) étant susceptible de pivoter autour d'une charnière (39) en cas de défaut de coulisement, à savoir de blocage, d'un des deux demi-colliers (41,42), dans ce cas le désengagement de la tige de connexion (30) étant obtenu par pivotement de la vis à tête pivotante (35) contre le demi-collier bloqué, et ce sous l'action du dispositif de stockage de l'énergie (20) agissant sur la première extrémité de la tige de connexion (30).

3. Dispositif de largage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le dispositif de stockage de l'énergie de largage de la charge utile (10) est constitué par un ressort unique à diaphragme (20) pourvu d'encoches radiales (21) et ayant un profil galbé en section axiale.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 2, ou 3 caractérisé en ce qu'entre le satellite (100) et la charge utile (10) existe une interface de séparation qui est définie par une assise constituée par une surface conique (50).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'entre le satellite (100) et la charge utile (10) existe une interface de séparation qui est définie par une assise constituée par une surface tétraédrique.

1/6

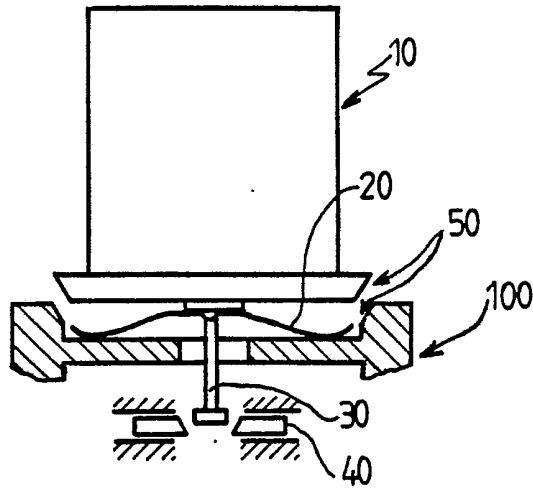


FIG. 1

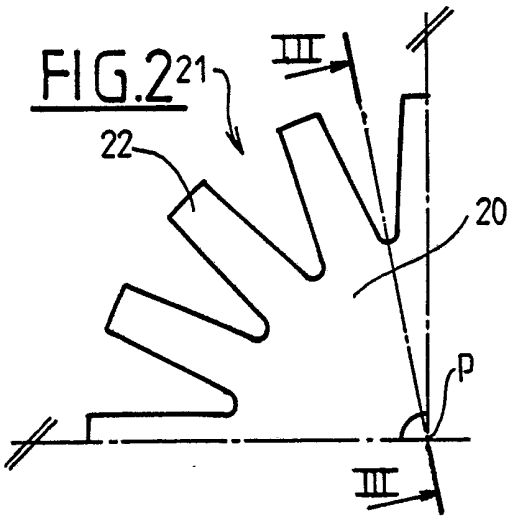


FIG. 2

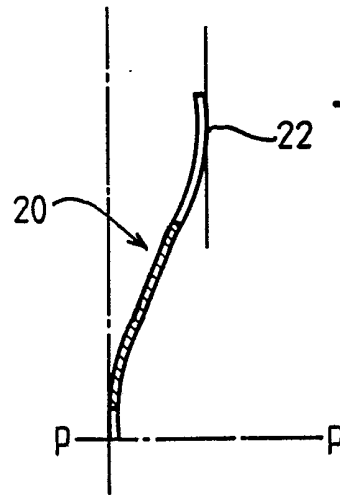


FIG. 3

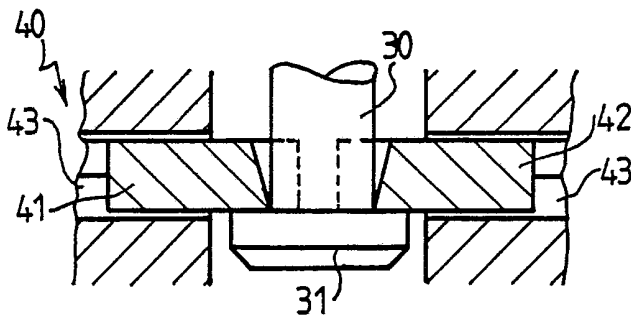


FIG. 5

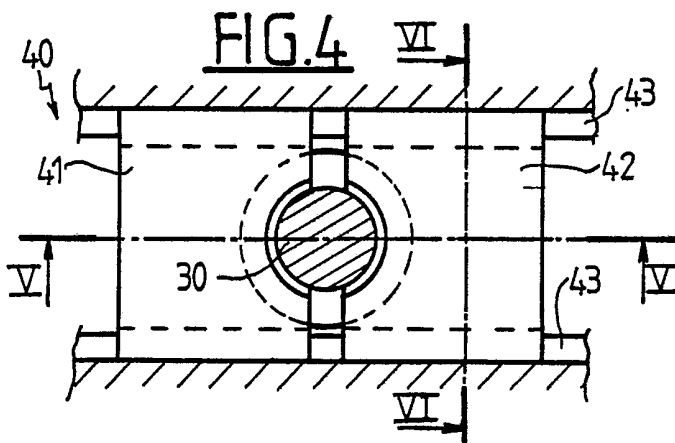


FIG. 4

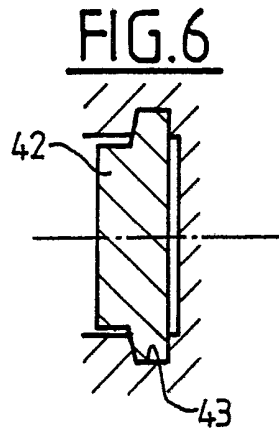


FIG. 6

FIG. 7

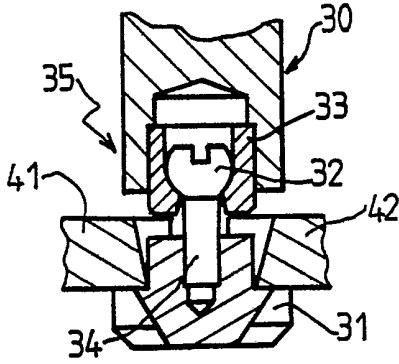


FIG. 8

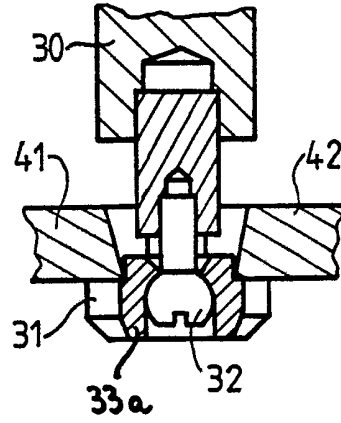


FIG. 9

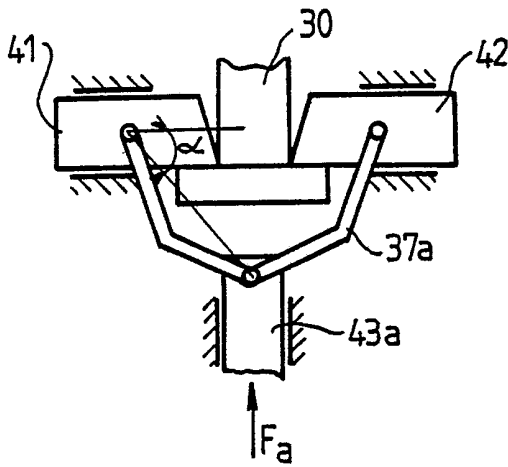


FIG. 10

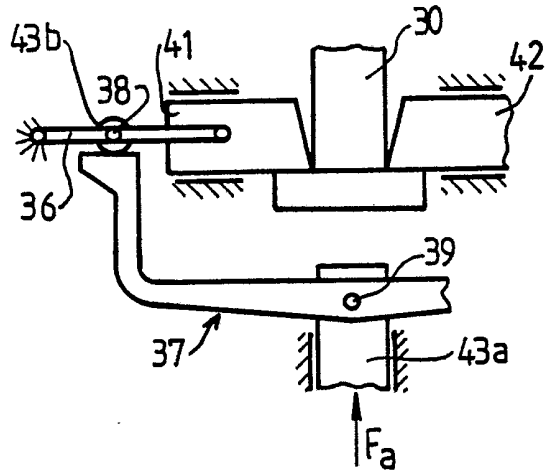


FIG. 12

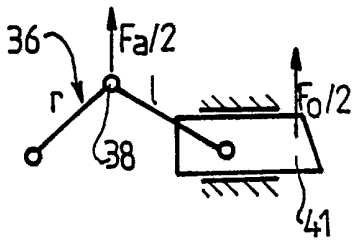


FIG. 13

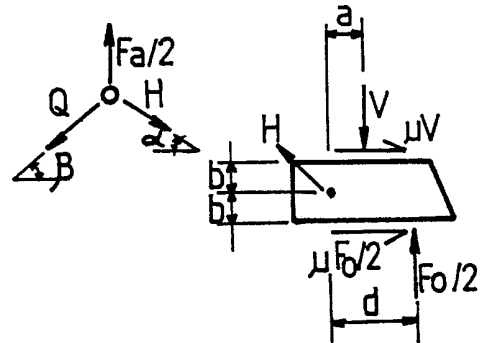


FIG. 11

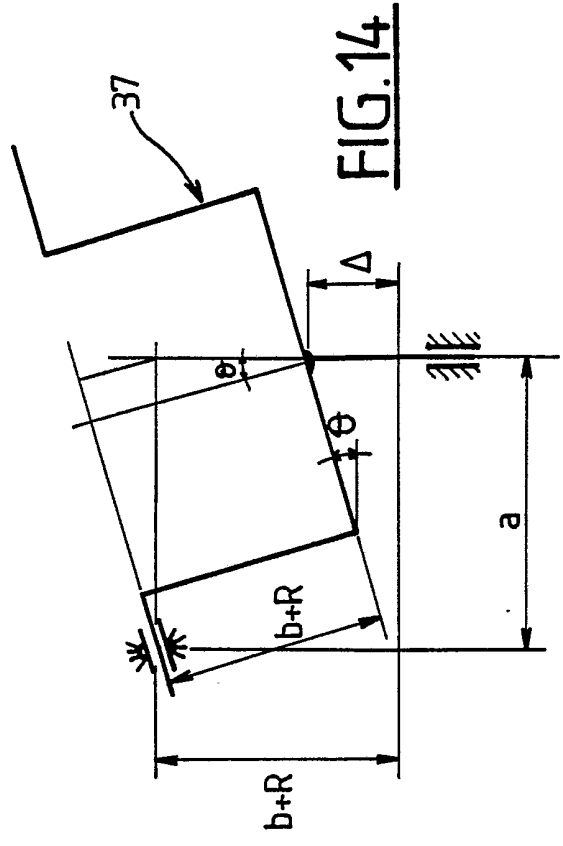
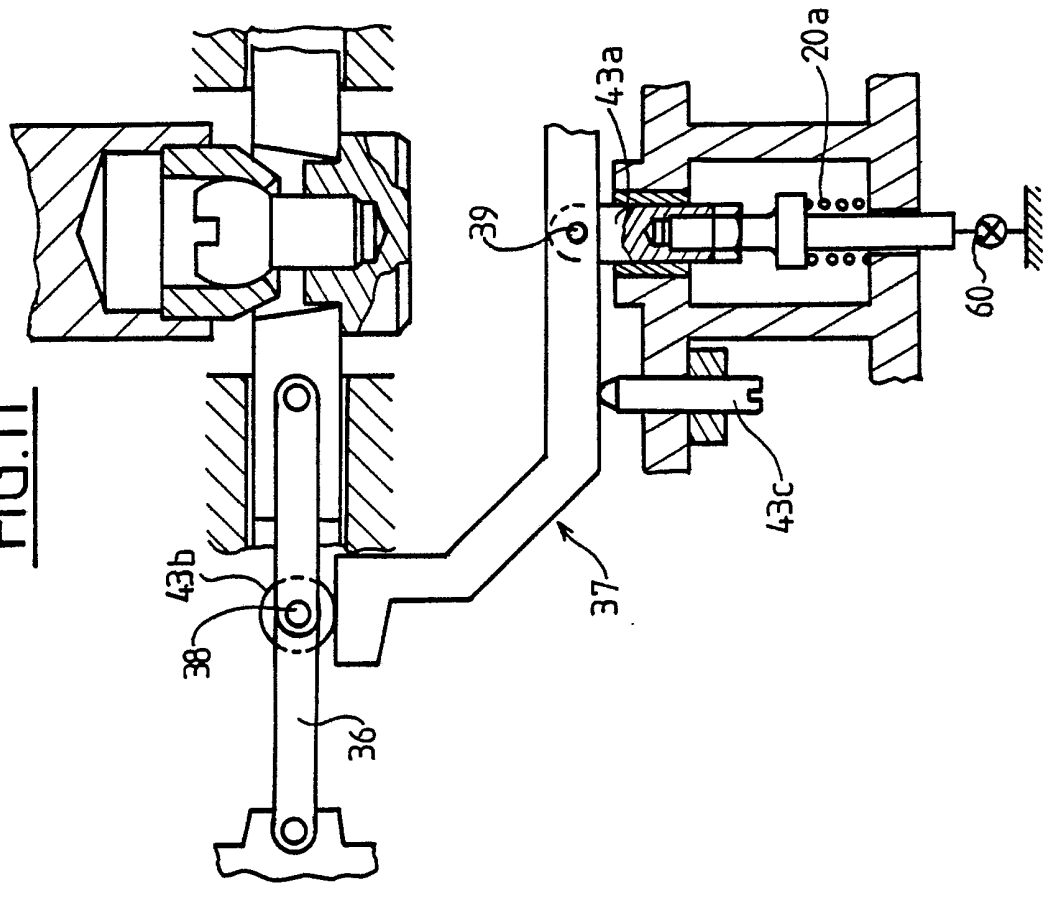


FIG. 14

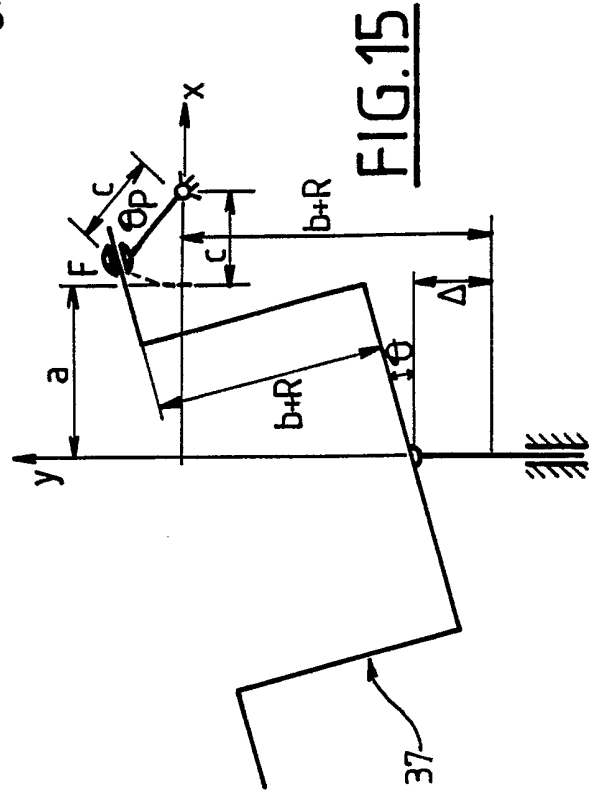


FIG. 15

4/6

FIG. 16

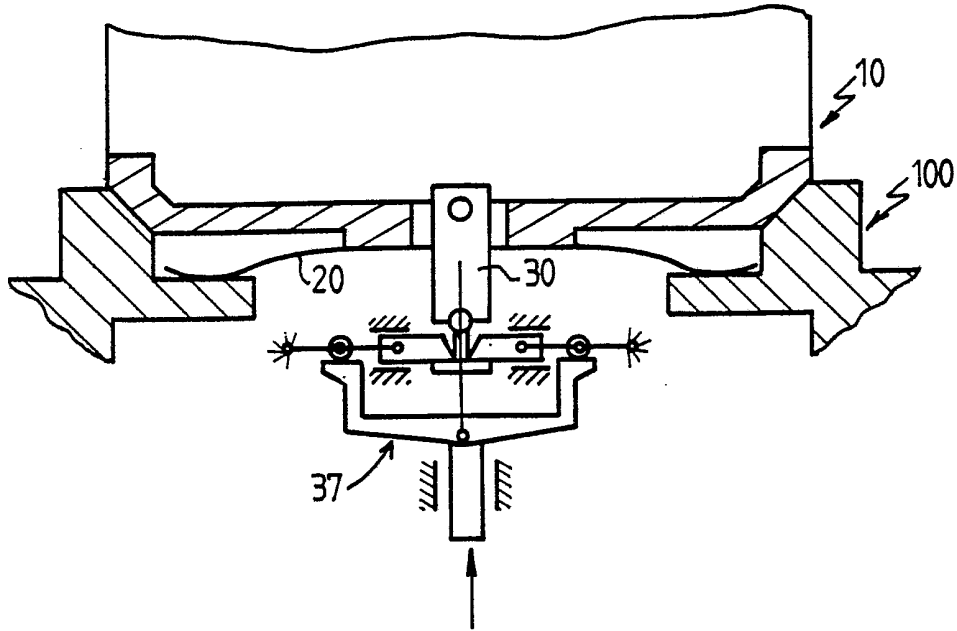


FIG. 17

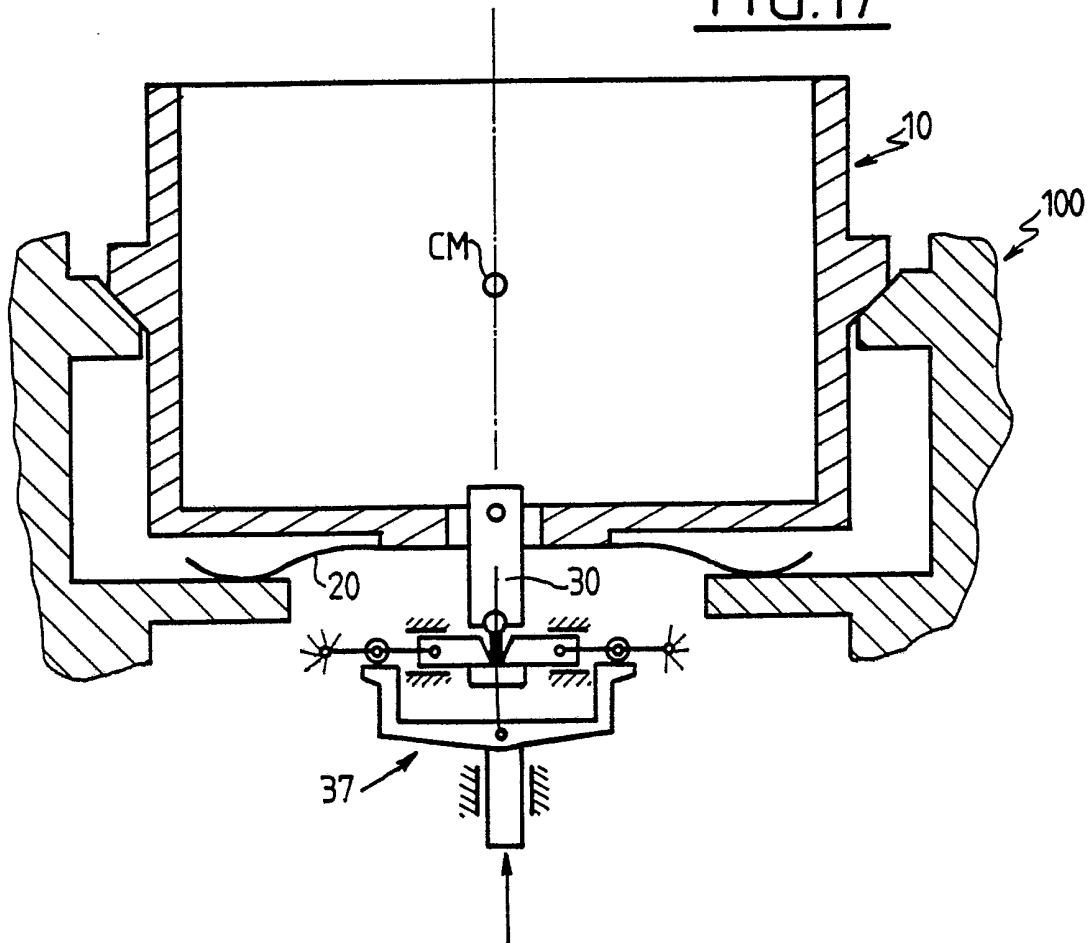


FIG.18a 5/6

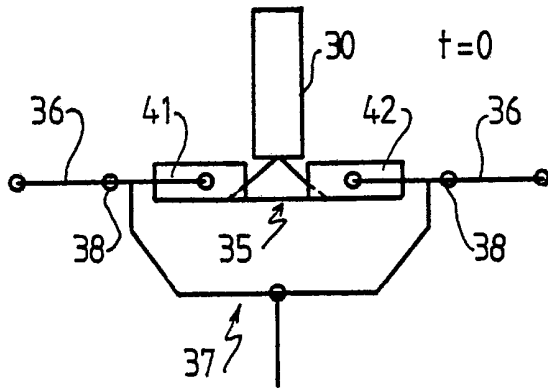


FIG.18d  
 $t=6.E-1$

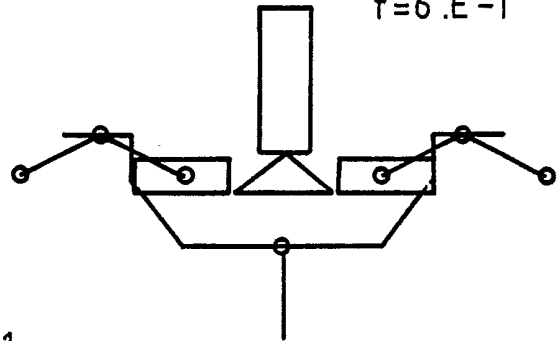


FIG.18b  
 $t=2.E-1$

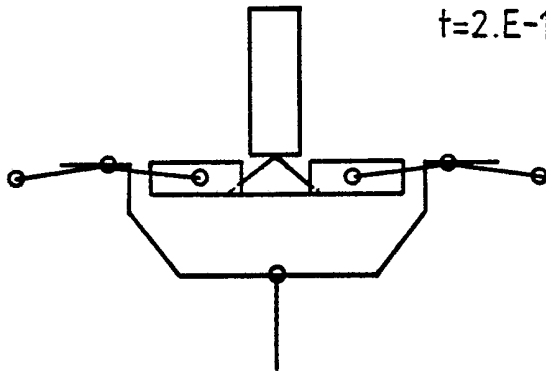


FIG.18e  
 $t=8.E-1$

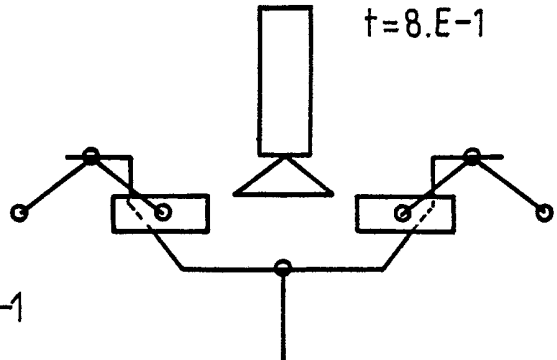


FIG.18c  
 $t=4.E-1$

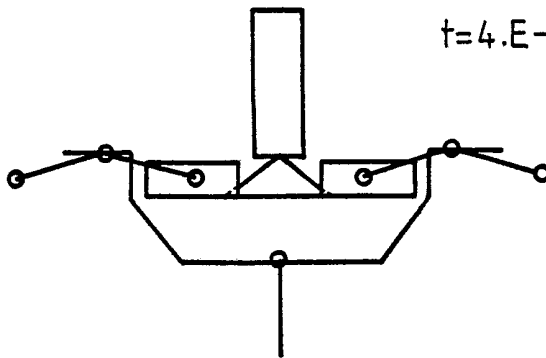
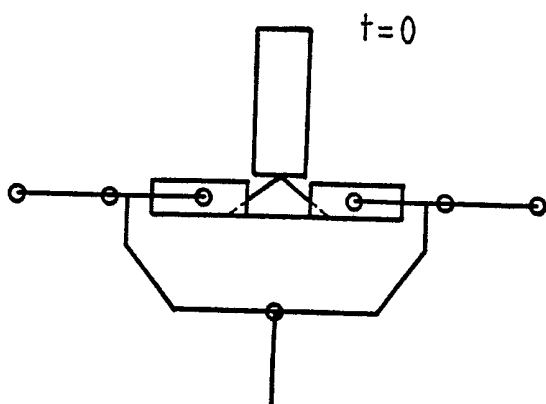
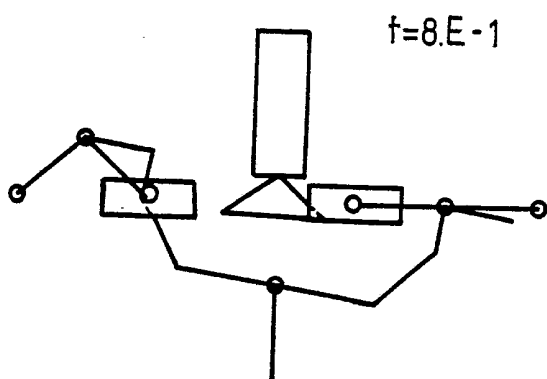
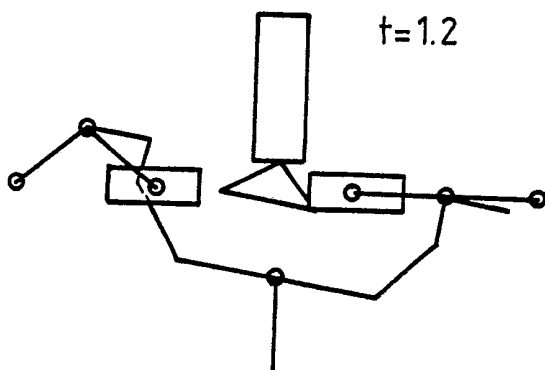
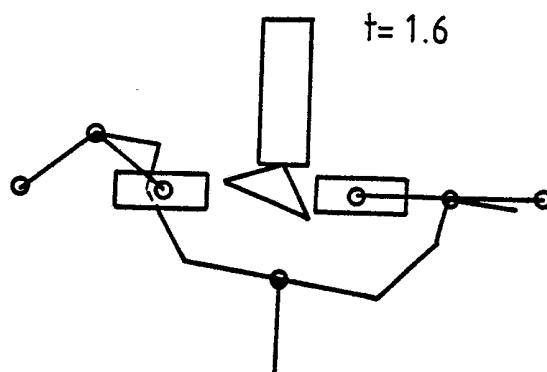
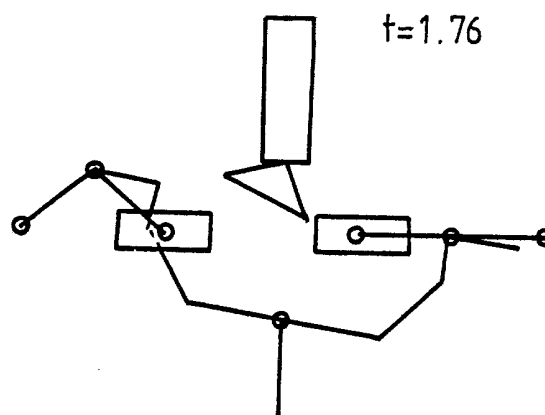


FIG.19aFIG.19bFIG.19cFIG.19dFIG.19e

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9103761  
FA 455237

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X A	US-A-4 682 804 (PALMER ET AL.) * colonne 5, ligne 65 - colonne 6, ligne 57; figures 4-6 *	1 2,4
A	US-A-4 864 910 (KING ET AL.) * colonne 2, ligne 28 - colonne 3, ligne 6 * * colonne 3, ligne 23 - colonne 4, ligne 13; figures 1-3 *	1-2,4
A	FR-A-828 937 (AUTOMOTIVE PRODUCTS COMPANY LTD.) * page 2, ligne 53 - page 3, ligne 14; figure 1 *	1-2
A	US-A-3 140 886 (COTILLA ET AL.) * colonne 1, ligne 18 - ligne 21 * * colonne 2, ligne 33 - ligne 47 * * colonne 3, ligne 24 - ligne 45; figures 1A-2B *	1,3
A	US-A-2 925 754 (FILLMAN) * colonne 1, ligne 43 - colonne 2, ligne 23; figures 1-2 *	1-2
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		B64G F16B F41F F42B B64D
Date d'achèvement de la recherche 26 NOVEMBRE 1991		Examineur RIVERO C. G.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant