

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 509 255**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 13813**

(54) Procédé pour stabiliser en altitude un ballon, et ballons atmosphériques adaptés pour la mise en œuvre de ce procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **B 64 B 1/44.**

(22) Date de dépôt..... **8 juillet 1981.**

(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 14-1-1983.**

(71) Déposant : CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES), établissement public, scientifique et technique à caractère industriel et commercial. — FR.

(72) Invention de : Robert Regipa.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Barre-Gatti-Laforgue,  
95, rue des Amidonniers, 31069 Toulouse Cedex.

PROCEDE POUR STABILISER EN ALTITUDE UN BALLON,  
 ET BALLONS ATMOSPHERIQUES ADAPTES POUR LA MISE  
 EN OEUVE DE CE PROCEDE

5 L'invention concerne un procédé pour stabiliser en altitude un ballon atmosphérique comprenant des moyens pour faire varier son poids spécifique, tels que moyens de délestage, moyens d'évacuation de gaz aérostatique ou encore moyens pour ajuster la chaleur transmise à l'air contenue dans  
 10 10 le ballon dans le cas d'un ballon aérostat du type montgolfière. L'invention s'étend aux ballons atmosphériques adaptés pour la mise en oeuvre dudit procédé.

On sait que l'équilibre d'un ballon à une altitude déterminée dans une atmosphère dépend du volume 15 d'atmosphère déplacé dont la masse doit être compensée par la somme des masses solides et gazeuses transportées par le ballon. L'état d'équilibre stable est obtenu à une altitude donnée, lorsque tout déplacement vertical du ballon s'accompagne de la modification d'au moins un paramètre (concernant le 20 ballon ou l'atmosphère ambiante) ayant tendance à ramener le ballon à son point d'origine.

Ainsi, seul un ballon pressurisé dans lequel le gaz sous pression reste toujours à volume constant est stable de façon naturelle à une altitude donnée. Un ballon ouvert à sa partie inférieure est stable en montée en 25 raison de l'évacuation naturelle du gaz aérostatique qui s'effectue à volume constant ; par contre il est instable en descente lorsque son volume décroît. Un ballon loin de son état de plénitude (c'est-à-dire à l'état flasque) est instable et 30 monte ou descend au gré du bilan thermique régissant le volume de sa bulle de gaz et au gré de l'évolution de la masse de gaz (évolution provenant de divers phénomènes et notamment d'une diffusion à travers l'enveloppe).

Or, il est souvent souhaitable dans 35 de nombreuses missions (en particulier dans les missions scientifiques) de maintenir pendant un certain temps un ballon à altitude constante ou lentement variable en montée ou descente et ceci, à une altitude désirée ou à plusieurs altitudes de pallier désirées ; fréquemment, les altitudes de palliers

désirées correspondent à un état flasque du ballon.

Pour assurer cette stabilisation (par ce terme on attend aussi bien un maintien à altitude constante que l'obtention d'une montée ou d'une descente contrôlée), le processus généralement utilisé consiste à modifier le poids spécifique du ballon en assurant, soit un délestage (largage de lest), soit une évacuation d'une partie de son gaz aérostatique. Ces opérations sont déclenchées par des systèmes électro-mécaniques qui sont commandés, dans certains cas depuis le sol par une liaison radio-électrique de télécommande, dans d'autres cas à partir du ballon par des capteurs liés à celui-ci, qui réalisent des mesures de paramètres (généralement température et pression atmosphérique) permettant après exploitation de donner les ordres d'exécution. Toutefois, l'atmosphère ambiante n'est généralement pas calme (vents verticaux, turbulences etc...) et l'obtention de paramètres exploitables est relativement complexe. Les matériels correspondants qui doivent fonctionner pendant toute la durée de vie du ballon et dans des ambiances parfois sévères s'écartant très fortement des normes de fonctionnement idéal des circuits d'alimentation et circuits électroniques (température inférieure à -100° C ou supérieure à +100° C) sont complexes, coûteux et pesants. De plus, ils sont généralement gros consommateurs de lest et, donc, mal adaptés à des missions du type exploration des planètes à atmosphère, pour lesquelles la masse totale du ballon doit être aussi réduite que possible (par ballon, on entend le ballon proprement dit et tout l'équipement embarqué).

La présente invention se propose de pallier les défauts des systèmes classiques et d'indiquer un nouveau procédé de stabilisation en altitude d'un ballon ; elle vise un procédé pour stabiliser un ballon atmosphérique du type comprenant des moyens adaptés pour faire varier son poids spécifique, en particulier moyens de délestage adaptés pour réduire la masse du ballon, moyens d'évacuation de son gaz aérostatique ou encore, dans le cas d'une montgolfière, brûleur alimenté en fluide de combustion.

Un objectif de l'invention est en particulier d'assurer la stabilisation du ballon au moyen

d'un équipement considérablement simplifié, dont le coût et le poids soient notablement réduits par rapport à ceux des systèmes classiques.

5 Un autre objectif est de fournir des nouvelles formes de ballons, mieux adaptées aux missions comportant des stabilisations à altitudes prédéterminées.

10 A cet effet, le procédé conforme à l'invention pour stabiliser en altitude un ballon atmosphérique comprenant des moyens adaptés pour faire varier son poids spécifique consiste à utiliser un ballon équipé d'un lien interpolaire s'étendant entre son pôle supérieur et son pôle inférieur et à commander les moyens adaptés pour faire varier le poids spécifique du ballon par l'entremise de ce lien interpolaire de sorte qu'une augmentation de la tension  $T$  appliquée àudit lien agisse sur ces moyens dans le sens d'une réduction 15 du poids spécifique.

20 Par "lien interpolaire" on attend tout élément ou ensemble d'éléments longiformes, s'étendant entre les pôles et matériellement rattachés soit aux pôles eux-mêmes ou à proximité de ceux-ci soit à des organes auxiliaires prévus au voisinage ou autour des pôles. A titre d'exemples non limitatifs, ce lien qui sera généralement souple peut être un câble, plusieurs câbles, une manche souple ou plusieurs manches etc...

25 Le ballon utilisé peut-être du type de celui décrit dans la demande de brevet 80.00343 déposée le 4 janvier 1980 par le demandeur, ce ballon possédant une enveloppe à symétrie de révolution autour d'un axe, pourvue d'une 30 portion approximativement cylindrique.

35 La longueur  $L$  du lien interpolaire est ajustée en fonction de la mission envisagée, à une valeur dépendant de la distance naturelle  $D_p$  séparant les deux pôles lorsque le ballon est à l'état de plénitude. Pour maintenir un ballon à l'état flasque à une altitude constante ou lentement variable, cette longueur  $L$  sera généralement ajustée à une valeur  $L_0 \geq D_p$ .

40 Quand le ballon descend à partir de son état de plénitude la distance  $D$  entre pôles augmente puis la valeur  $D_p$ ; en l'absence de lien interpolaire, cette

distance pourrait croître jusqu'à atteindre une valeur limite  $D_F$  très proche de la longueur des fuseaux de l'enveloppe. En présence du lien interpolaire (de longueur supérieure à  $D_p$  mais inférieure à  $D_F$ ), lorsque la distance D entre pôles devient égale à la longueur  $L_o$  du lien, apparaît une tension T sur le lien, qui augmente tant que la descente continue et ne peut diminuer que si le ballon remonte.

Selon l'invention, cette tension T est utilisée pour actionner les moyens permettant de faire varier le poids spécifique du ballon : lorsque cette tension s'élève au-dessus d'un seuil, elle agit sur ces moyens dans le sens d'une réduction du poids spécifique ce qui freine la descente et stabilise le ballon.

Dans le cas d'un ballon équipé de moyens de délestage (en soi classiques), ces moyens sont commandés par le lien interpolaire de façon à engendrer un délestage lorsque la tension T devient supérieure à un seuil de tension  $t_d$  prédéterminé.

Dans le cas d'une montgolfière à air chaud, dotée d'un brûleur alimenté en fluide de combustion par des moyens appropriés, le débit de fluide de combustion est commandé par le lien interpolaire de sorte que ledit débit augmente lorsque la tension T s'élève au-dessus d'un seuil  $t'_d$  prédéterminé.

Pour certaines missions et certains types de ballons, la stabilisation en descente par le procédé ci-dessus défini suffit (compte-tenu en particulier de la stabilité naturelle en montée que possèdent certains ballons comme cela a déjà été évoqué).

Dans d'autres cas, on utilisera un ballon comprenant des moyens pour faire varier son poids spécifique aussi bien dans le sens d'une réduction que dans celui d'une augmentation. Selon le procédé de l'invention, ces moyens sont commandés par l'entremise du lien interpolaire de sorte qu'une augmentation de la tension T dudit lien agisse sur ces moyens dans le sens d'une réduction du poids spécifique et qu'une diminution de ladite tension agisse dans le sens d'une augmentation dudit poids spécifique.

Dans le cas d'un ballon atmosphérique

comprenant des moyens de délestage et des moyens d'évacuation du gaz aérostatisque, le lien commande le délestage lorsque sa tension s'élève au-dessus du seuil  $t_d$ , et commande l'évacuation lorsque cette tension s'abaisse au-dessous d'un seuil  $t_e < t_d$ .  
 Pour stabiliser le ballon à une altitude de pallier désirée, il suffit d'ajuster la longueur  $L$  du lien interpolyaire et les seuils  $t_e$  et  $t_d$ , de façon que la tension  $T$  s'appliquant sur le lien à l'altitude de pallier désirée soit comprise entre  $t_e$  et  $t_d$ . Aucune action n'est déclenchée par le lien tant que sa tension demeure entre ses valeurs (c'est-à-dire tant que le ballon demeure à l'altitude de pallier désirée). Si, pour quelque raison que ce soit, le ballon se met à descendre, la tension  $T$  augmente et à partir du seuil  $t_d$  engendre un délestage qui s'accompagne d'un arrêt de la descente puis d'une remontée. Si au contraire, le ballon se met à monter, la tension  $T$  diminue et au-dessous du seuil  $t_e$  engendre une évacuation du gaz aérostatisque qui s'accompagne d'un arrêt de la montée et d'une redescension. Il est à noter que la condition  $t_e < t_d$  évite que puissent en même temps se produire un délestage et une évacuation de gaz aérostatisque.

Dans le cas d'une montgolfière à air chaud, le débit de gaz de combustion est commandé par le lien interpolyaire de façon à augmenter à partir d'une valeur d'équilibre lorsque la tension  $T$  du lien s'élève au-dessus du seuil  $t'_d$  et à diminuer à partir de cette valeur d'équilibre lorsque la tension  $T$  s'abaisse au-dessous d'un seuil  $t'_e < t'_d$ .

La présente invention s'étend à un ballon atmosphérique pour la mise en oeuvre du procédé décrit précédemment. Ce ballon comprend une enveloppe en un matériau souple étanche, un réservoir à lest situé au-dessous du ballon, un organe de délestage associé au réservoir pour engendrer sur commande un largage de lest et, le cas échéant, une ouverture d'évacuation de gaz aérostatisque pratiquée dans son enveloppe avec un organe mobile de fermeture de celle-ci ; selon la présente invention, ledit ballon est équipé d'un lien interpolyaire s'étendant entre son pôle supérieur et son pôle inférieur, ledit lien étant accouplé à l'organe de délestage de façon à actionner celui-ci à partir d'un seuil de tension  $t_d$  prédéterminée et, le cas échéant, à l'organe mobile de

fermeture de façon à actionner celui-ci dans le sens de la fermeture à partir d'un seuil de tension  $t_e$  déterminé.

L'invention s'étend également à un

5 ballon aérostat du type montgolfière, comprenant une enveloppe en un matériau souple, ouverte à son pôle inférieur, un brûleur accroché au voisinage de celui-ci et des moyens d'alimentation dudit brûleur en fluide de combustion à partir d'un réservoir ; selon l'invention, ledit ballon aérostat comprend  
10 un lien interpolaire s'étendant entre son pôle supérieur et son pôle inférieur, ledit lien étant accouplé aux moyens d'alimentation du brûleur de façon à ajuster le débit du fluide de combustion en fonction directe de la tension dudit lien.

D'autres caractéristiques, buts et

15 avantages de l'invention se dégageront de la description qui suit en référence aux dessins annexés, lesquels en présentent des exemples de réalisation destinés à illustrer l'invention ; sur ces dessins :

. la figure 1 est une vue schématique  
20 d'un mode de réalisation de ballon atmosphérique conforme à l'invention,

. la figure 2 est une vue de détail en coupe axiale de la partie inférieure de celui-ci et la figure 3 un diagramme des forces s'exerçant sur l'organe de délestage du ballon,

. les figures 4a à 4e et 5a à 5e sont des schémas explicatifs illustrant le fonctionnement des organes du ballon, cependant que la figure 6 est un diagramme schématisant la trajectoire du ballon,

30 . la figure 7 est une vue de détail en coupe axiale de la partie basse d'une variante de ballon,

. la figure 8 est une vue en coupe axiale partielle d'un autre mode de réalisation de ballon,

. la figure 9 est une vue schématique  
35 d'un ballon aérostat du type montgolfière équipé conformément à l'invention,

. la figure 10 est une vue schématique de détail, illustrant le dispositif de commande du débit de gaz de combustion de ladite montgolfière.

titre d'exemple aux figures 1 et 2 est un ballon pressurisé constitué par une enveloppe 1 dont les pôles supérieur 2 et inférieur 3 sont réunis par un lien 4 ; au-dessous du pôle 5 inférieur 3 est disposée une nacelle 5 associée à des moyens de délestage 6.

L'enveloppe 1 peut être fabriquée par le procédé décrit dans la demande de brevet n° 80.00343 déjà évoquée, à partir d'une pluralité de fuseaux en film de poly-éthylène apte à supporter des tensions tangentielles selon toutes les directions de son plan (circonférentielles et longitudinales). Ces fuseaux présentent une portion rectangulaire de sorte que leur assemblage le long de leurs bords permet d'obtenir une enveloppe ayant une portion cylindrique 1a qui se 15 prolonge en partie haute et basse par des portions convergeant vers les pôles du ballon.

Le lien 4 peut être un câble souple non extensible. En l'exemple, au niveau du pôle supérieur ce lien est attaché à une pièce en forme de disque sur laquelle sont 20 fixées les extrémités supérieures des fuseaux de l'enveloppe. En partie basse, au niveau du pôle inférieur, le lien 4 est accouplé aux moyens de délestage comme le montre la figure 2 de façon à actionner ces derniers à partir d'un seuil de tension  $t_d$  s'appliquant sur ce lien.

25 En l'exemple, les moyens de délestage comprennent un réservoir de fluide 7 qui est maintenu sous pression par un gaz de pressurisation séparé du fluide par une membrane souple 8. Le fluide qui constitue le lest peut notamment être constitué par du fréon liquide qui se vaporise lorsqu'il 30 est libéré.

Le réservoir 7 est doté d'un orifice de sortie avec lequel est apte à coopérer un clapet 9 faisant office d'organe de délestage. Le clapet 9 est logé dans un corps cylindrique 10 qui est porté par le ballon et sert de liaison entre celui-ci et la nacelle ; ce corps est percé de 35 trous d'évacuation tels que 11 pour permettre l'échappement du fluide-lest vers l'extérieur lorsque le clapet 9 est ouvert.

Au niveau du pôle inférieur, le lien 4 est agencé pour pénétrer de façon sensiblement étanche dans 40 le corps 10 et est fixé à son extrémité inférieure au clapet de

délestage 9. Des moyens élastiques tels que ressort 12 sont disposés dans le corps 10 de façon à solliciter le clapet vers sa position de fermeture ; ce ressort 12 est taré et permet 5 d'ajuster le seuil de tension  $t_d$  à partir duquel le lien 4 commande l'ouverture du clapet.

Les forces agissant sur le clapet sont les suivantes (Fig. 3) :

- la tension du lien  $T$  dirigée vers le 10 haut,
- la force  $p.s$  dirigée vers le haut provenant de la pression  $p$  du fluide sur le clapet (surface  $s$ ),
- la force de rappel du ressort dirigée vers le bas, qui à l'état fermé est égale à  $R$ .

15 Le clapet 9 s'ouvre donc à partir d'un seuil de tension  $t_d = R - ps$  et demeure ouvert tant que la tension  $T \geq t_d$ .

Si  $K$  est le coefficient d'élasticité du ressort, le déplacement vers le haut  $\Delta x$  du clapet s'écrit, 20 pour une tension  $T \geq t_d$  du lien :

$$\Delta x = K (T + ps - R)$$

Ce déplacement est donc proportionnel à la tension  $T$  de sorte que la masse de lest éjectée est directement liée à la tension  $T$  et à la durée d'action de cette 25 tension : ceci permet d'obtenir une stabilisation du ballon à une altitude dépendant des paramètres du système, avec des oscillations dont l'amplitude dépend également de ces paramètres.

En l'exemple des figures 2 et 3, le 30 clapet 9 est à fonctionnement symétrique, c'est-à-dire que le seuil de tension  $t_d$  à partir duquel il s'ouvre, est égal au seuil à partir duquel il se referme (la surface utile du clapet sur laquelle agit le fluide-test étant la même que le clapet soit ouvert ou fermé).

35 Dans ces conditions, les oscillations du ballon sont amorties et celui-ci a tendance à se stabiliser à une altitude d'équilibre. On a schématisé aux figures 4a à 4e, 5a à 5e et 6 le comportement d'un tel ballon. L'on sup-

pose que le ballon est initialement à l'état de plénitude à une altitude maximum (Fig. 4a). La longueur  $l_0$  de son lien interpolaire est ajustée à une valeur supérieure à la distance naturelle  $l_p$  séparant les pôles dans cet état : le lien est détendu et le clapet de délestage est fermé (Fig. 5a).

Par un phénomène de diffusion à travers l'enveloppe (ou par tout autre phénomène : fuite calibrée, évacuation de gaz aérostatique...) l'on suppose que le ballon se met à descendre ; l'enveloppe se déforme et la distance entre pôles augmente jusqu'à devenir égale à la longueur  $l_0$  du lien (Fig. 4b) : une faible tension  $T$  apparaît et s'applique sur le lien (Fig 5). Cette tension est inférieure au seuil  $t_d$  et le ballon continue à descendre.

La tension  $T$  augmente jusqu'à atteindre la valeur  $t_d$  (Fig 4c) : le clapet 9 s'ouvre et réalise de début de délestage (Fig. 5c).

La vitesse de descente du ballon décroît jusqu'à s'annuler et le ballon remonte sous l'effet du délestage qui se poursuit ; la tension  $T$  décroît alors jusqu'à revenir à la tension  $t_d$  (Fig. 4d). Le clapet se referme et stoppe l'éjection de lest.

La vitesse de montée décroît jusqu'à s'annuler : le ballon culmine à une altitude inférieure à celle correspondant à son état de plénitude (Fig 4e). Le lien demeure en tension mais la valeur de celle-ci est inférieure au seuil  $t_d$  ; on obtient ainsi une stabilisation du ballon avec une trajectoire constituée par une succession d'oscillations amorties.

25 Dans la variante représentée à la figure 7, le clapet 13 est à fonctionnement dissymétrique et possède un talon 13a de surface utile  $S$  supérieure à la surface  $s$  de la partie s'appliquant sur le siège. Un tel clapet, à l'état fermé, s'ouvre lorsque la tension  $T$  atteint le seuil  $t_d$  mais 30 se referme ensuite quand cette tension devient inférieure à un seuil de fermeture différent  $\theta_d$  avec  $\theta_d < t_d$  ; ainsi une fois ouvert, ce clapet demeure dans cet état tant que la tension reste supérieure à  $\theta_d$ .

35 Dans ces conditions, il est possible d'obtenir une stabilisation du ballon avec des oscillations verticales plus importantes et non amorties. Cette disposition est en particulier intéressante pour assurer l'exploration d'une atmosphère entre deux altitudes déterminées.

40 La figure 8 représente en vue partielle un autre mode de réalisation dans lequel le ballon com-

posé d'une enveloppe 14 du même type que le précédent avec un lien interpolyaire 15 comprend :

5 . des moyens de délestage 16 situés au-dessous du pôle inférieur et analogues à ceux décrits précédemment,

. des moyens d'évacuation de gaz aérostatique 17 situés au niveau du pôle supérieur,

10 . des moyens 18 de réglage de la longueur du lien interpolyaire 15.

Les moyens d'évacuation 17 sont composés par une ouverture d'évacuation 19 pratiquée dans l'enveloppe et par un organe mobile de fermeture de celle-ci 20. Le lien interpolyaire 15 est accouplé en partie haute à cet organe 15 20 de façon à actionner celui-ci dans le sens de la fermeture à partir d'un seuil de tension  $t_e$  déterminé.

En l'exemple, l'organe de fermeture 19 est formé, d'une part, par un clapet situé en regard et au-dessous d'une portée entourant l'ouverture d'évacuation 19, 20 d'autre part, par des leviers inverseurs 21 qui sont solidarisés à l'enveloppe par l'intermédiaire de potences 22 rattachées en un point intermédiaire de la longueur desdits leviers. Chaque levier inverseur 21 est lié par une extrémité au clapet 19 et par l'autre au lien interpolyaire 15 grâce à des câbles auxiliaires 23, de sorte qu'une tension  $T$  exercée par le lien vers 25 le bas a tendance à actionner le clapet 19 dans le sens de la fermeture.

30 Ce clapet est associé à des moyens élastiques tels que ressort 24, qui le sollicitent vers sa position d'ouverture. Ces moyens sont tarés de façon à ajuster le seuil de tension d'évacuation  $t_e$  à une valeur prédéterminée (seuil au-dessous duquel le clapet 19 est ouvert et au-dessus duquel il est fermé). Si le seuil de tension de délestage est  $t_d$ , le tarage est prévu de sorte que  $t_e < t_d$ .

35 Ainsi, pour une tension  $T$  inférieure à  $t_e$ , il y a évacuation du gaz aérostatique et le ballon a tendance à descendre ou à freiner une éventuelle ascension ; pour une tension  $T$  comprise entre  $t_e$  et  $t_d$ , il n'y a ni évacuation de gaz aérostatique ni délestage et les moyens de 40 l'invention n'opèrent aucune action sur le ballon. Enfin, pour

une tension  $T$  supérieure à  $t_d$ , il y a délestage et le ballon a tendance à monter ou à freiner une éventuelle descente.

En conséquence, le ballon tend à

5 revenir dans une tranche d'altitude correspondant à  
 $t_e \leq T \leq t_d$ . Pour des moyens de délestage 16 et moyens d'évacuation 17 dont les paramètres sont prédéfinis, cette tranche d'altitude peut être ajustée en réglant la longueur  $L$  du lien interpolaire à une valeur appropriée supérieure ou égale à  
10 la distance naturelle  $D_p$  entre pôles à l'état de plénitude.

Dans l'exemple de la figure 8, le ballon est équipé de moyens de réglage 18 de cette longueur qui peuvent affecter à celle-ci plusieurs valeurs  $L_1, L_2 \dots$  selon un programme prédéfini. Le ballon est ainsi adapté  
15 pour explorer successivement plusieurs tranches d'altitudes.

Ces moyens de réglage 18 peuvent en particulier comprendre des moyens d'enroulement du lien tels que tambour 25, des moyens d'entrainement en rotation de ces moyens d'enroulement tels que treuil 26 et des moyens  
20 de commande tels que logique de commande 27 agissant sur le treuil selon des séquences prédéterminées. L'ensemble peut être porté par l'enveloppe grâce à une platine support 28 située de préférence au voisinage du pôle inférieur (mais qui peut également être disposé près du pôle supérieur). La  
25 logique de commande 27 peut être préréglée pour assurer le déroulement d'un programme préétabli ou encore être télécommandée.

Par ailleurs, à titre d'exemple complémentaire, les figures 9 et 10 illustrent l'application 30 de l'invention au cas d'une montgolfière à air chaud. Celle-ci est constituée par une enveloppe 29 en un matériau souple, ouverte à son pôle inférieur et qui peut posséder comme précédemment une portion cylindrique ; elle est équipée d'un brûleur constitué en l'exemple par une rampe circulaire 35 reliée à des moyens d'alimentation comprenant un boîtier 36 de commande du débit de gaz et un réservoir sous pression 37. Ce boîtier et la rampe sont fixés sur un support rigide 38 relié à la nacelle 39.

La montgolfière est munie d'un  
40 lien interpolaire 31 s'étendant entre son pôle supérieur et

son pôle inférieur ; ce lien est accouplé au boîtier 31 d'alimentation du brûleur de façon à ajuster le débit de fluide de combustion en fonction directe de la tension s'appliquant sur 5 ledit lien. Dans sa partie basse, le lien est protégé par un cône de protection thermique 40 dont la face externe est aluminisée.

Le lien 31 peut agir sur un levier pivotant 32 qui commande une vanne d'obturation du circuit 10 d'alimentation du brûleur (schématisée en 33). Un ressort de rappel 34 associé à un système de tarage permet de régler l'altitude d'équilibre en fonction des divers paramètres du système.

En cas de descente au-dessous de 15 cette altitude, la tension augmente et engendre une augmentation du débit de gaz de combustion par rapport à sa valeur d'équilibre ; la température du gaz ascensionnel s'élève et le taux de descente diminue jusqu'à arrêt de la montgolfière et remontée de celle-ci.

20 En phase d'ascension au-dessus de l'altitude d'équilibre, le processus inverse se déroule et, par une diminution de la température du gaz, la montgolfière est amenée à redescendre.

Bien entendu, l'invention n'est 25 pas limitée aux termes de la description qui suit mais en comprend toutes les variantes.

## REVENDICATIONS

1/ - Procédé pour stabiliser en altitude un ballon atmosphérique comprenant des moyens adaptés pour faire varier son poids spécifique, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un ballon équipé d'un lien interpolaire s'étendant entre son pôle supérieur et son pôle inférieur et à commander les moyens adaptés pour faire varier le poids spécifique du ballon par l'entremise de ce lien interpolaire de sorte qu'une augmentation de la tension  $T$  appliquée audit lien agisse sur ces moyens dans le sens d'une réduction du poids spécifique.

2/ - Procédé selon la revendication 1, appliqué à un ballon comprenant des moyens de délestage adaptés pour réduire le poids du ballon sans modifier sensiblement son volume, caractérisé en ce que les moyens de délestage sont commandés par le lien interpolaire de façon à engendrer un délestage du ballon lorsque la tension  $T$  dudit lien devient supérieure à un seuil  $t_d$  prédéterminé.

3/ - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, en cours de délestage pour une tension  $T > t_d$ , les moyens de délestage sont commandés par le lien interpolaire de façon à éjecter une masse de lest directement liée à la tension  $T$  du lien interpolaire et à la durée d'action de cette tension.

4/ - Procédé selon la revendication 1, appliqué à une montgolfière à air chaud, dotée d'un brûleur alimenté en fluide de combustion, caractérisé en ce que le débit de fluide de combustion est commandé par le lien interpolaire de sorte que ledit débit augmente lorsque la tension  $T$  du lien s'élève au-dessus d'un seuil  $t'_d$  prédéterminé.

5/ - Procédé selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, permettant de maintenir un ballon à l'état flasque à altitude constante ou lentement variable, caractérisé en ce qu'on ajuste la longueur  $l_0$  du lien interpolaire à une valeur supérieure ou égale à la distance naturelle  $D_p$  séparant les deux pôles lorsque le ballon est à l'état de plénitude.

6/ - Procédé selon l'une des revendications précédentes, appliqué à un ballon comprenant des moyens pour faire varier son poids spécifique dans le sens d'une réduction

ou dans le sens d'une augmentation, caractérisé en ce que l'on commande lesdits moyens par l'entremise du lien interpolaire de sorte qu'une augmentation de la tension  $T$  dudit lien agisse 5 sur ces moyens dans le sens d'une réduction du poids spécifique et qu'une diminution de ladite tension agisse sur ces moyens dans le sens d'une augmentation dudit poids spécifique.

7/ - Procédé selon la revendication 6, appliqué à un ballon atmosphérique comprenant des moyens de délestage permettant de réduire la masse du ballon, et des moyens 10 d'évacuation du gaz aérostatique permettant d'augmenter son poids spécifique, ledit procédé étant caractérisé en ce que les moyens de délestage sont commandés par le lien interpolaire de façon à engendrer un délestage lorsque la tension  $T$  dudit 15 lien devient supérieure à un seuil  $t_d$ , et en ce que les moyens d'évacuation du gaz aérostatique sont commandés par le lien de façon à engendrer une évacuation lorsque la tension  $T$  du- dit lien devient inférieure à un seuil  $t_e < t_d$ .

8/ - Procédé selon la revendication 7, permettant de stabiliser un ballon à plusieurs altitudes de pali-lier ajustables, caractérisé en ce que l'on amène la longueur du lien interpolaire à varier en vue de l'ajuster pour chaque altitude de pali-lier à une longueur  $L$ , telle que la tension  $T$  dudit lien à cette altitude soit comprise entre  $t_e$  et  $t_d$ .

25 9/ - Procédé selon la revendication 6, appliqué à une montgolfière à air chaud, dotée d'un brûleur alimenté en fluide de combustion, caractérisé en ce que le débit de gaz de combustion est commandé par le lien interpolaire de façon à augmenter à partir d'une valeur d'équilibre lorsque la 30 tension  $T$  du lien s'élève au-dessus d'un seuil  $t'_d$  et à diminuer à partir de cette valeur d'équilibre lorsque la tension  $T$  s'abaisse au-dessous d'un seuil  $t'_e \leq t'_d$ .

10/ - Ballon atmosphérique pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la revendication 1, comprenant 35 une enveloppe (1) en un matériau souple étanche, un réservoir à lest (7) situé au-dessous du ballon et un organe de délestage (9, 13) associé au réservoir et adapté pour engendrer sur commande un largage de lest, ledit ballon étant caractérisé en ce qu'il comprend un lien interpolaire (4, 15) s'étendant

entre son pôle supérieur (2) et son pôle inférieur (3), ledit lien étant accouplé à l'organe de délestage de façon à actionner celui-ci à partir d'un seuil de tension  $t_d$  déterminé.

5 11/ - Ballon selon la revendication 10, dans lequel le réservoir à lest (7) est un réservoir de fluide sous pression accroché au pôle inférieur du ballon, et l'organe de délestage (9, 13) est un clapet coopérant avec un orifice de sortie du réservoir, caractérisé en ce que le lien (4, 15) est 10 fixé à son extrémité inférieure au clapet de délestage (9).

12/ - Ballon selon la revendication 11, caractérisé en ce que le clapet de délestage (9) est équipé de moyens élastiques (12) le sollicitant vers sa position de fermeture, lesdits moyens élastiques étant tarés en vue d'ajuster 15 le seuil de tension d'ouverture  $t_d$ .

13/ - Ballon selon la revendication 12, caractérisé en ce que le clapet de délestage (13), agencé pour s'ouvrir au-dessus du seuil de tension  $t_d$ , est adapté pour se refermer ensuite au-dessous d'un seuil de tension de fermeture 20  $\theta_d < t_d$ , de sorte que ledit clapet une fois ouvert demeure dans cet état tant que la tension reste supérieure à  $\theta_d$ .

14/ - Ballon selon la revendication 12, caractérisé en ce que le clapet de délestage (9), agencé pour s'ouvrir au-dessus du seuil de tension  $t_d$ , est adapté pour se 25 refermer ensuite au-dessous du même seuil de tension.

15/ - Ballon selon l'une des revendications 10, 11, 12, 13 ou 14, comprenant une ouverture d'évacuation de gaz aérostatique pratiquée dans son enveloppe et un organe mobile de fermeture de celle-ci (20), caractérisé en ce que le 30 lien interpolaire (15) est accouplé à l'organe de fermeture (20) de façon à actionner celui-ci dans le sens de la fermeture à partir d'un seuil de tension  $t_e$  déterminé.

16/ - Ballon selon la revendication 15, dans lequel l'ouverture d'évacuation et l'organe mobile de 35 fermeture (20) sont disposés au niveau du pôle supérieur du ballon, caractérisé en ce que le lien (15) est attaché par son extrémité supérieure à l'organe de fermeture (20) de façon à pouvoir l'actionner dans le sens de la fermeture, ledit organe (20) étant associé à des moyens élastiques (24) le sollicitant 40 vers sa position d'ouverture.

17/ - Ballon selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'organe de fermeture (20) comprend, d'une part, un clapet situé en regard et au-dessous d'une portée en 5 tourant l'ouverture d'évacuation, d'autre part, des leviers inverseurs (21) solidarisés à l'enveloppe en un point intermédiaire de leur longueur, chaque levier inverseur (21) étant lié par une extrémité au clapet et par l'autre au lien interpolaire.

10 18/ - Ballon selon l'une des revendications 16 ou 17, caractérisé en ce que les moyens élastiques (24) sont tarés de façon à ajuster le seuil de tension d'évacuation  $t_e$  à une valeur prédéterminée, inférieure à celle du seuil de tension de délestage  $t_d$ .

15 19/ - Ballon selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la longueur  $l_0$  de son lien interpolaire est supérieure ou égale à la distance séparant les pôles supérieur et inférieur du ballon à l'état de plénitude.

20 20 - Ballon selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (18) de réglage de la longueur du lien interpolaire.

25 21/ - Ballon selon la revendication 20, caractérisé en ce que les moyens de réglage précités (18) comprennent des moyens d'enroulement du lien (25), portés par l'enveloppe au voisinage de son pôle inférieur ou supérieur de façon à être situés sur le trajet dudit lien, des moyens (26) d'entraînement en rotation desdits moyens d'enroulement et des moyens (27) de commande de ces moyens d'entraînement selon des séquences prédéterminées.

30 22/ - Ballon selon l'une des revendications précédentes, possédant une enveloppe (1) à symétrie de révolution autour d'un axe, laquelle comporte une portion approximativement cylindrique (1a) ainsi qu'un pôle supérieur (2) et un pôle inférieur (3) situés sur l'axe de révolution et reliés 35 entre-eux par un lien (4) de nature non extensible ou peu extensible.

23/ - Ballon aérostat du type montgolfière en vue de la mise en oeuvre du procédé conforme à la revendication 1, comprenant une enveloppe (29) en un matériau souple, 40 ouverte à son pôle inférieur, un brûleur (30) accroché au voi-

sinage de celui-ci et des moyens d'alimentation dudit brûleur en fluide de combustion à partir d'un réservoir, ledit ballon étant caractérisé en ce qu'il comprend un lien interpolaire 5 (31) s'étendant entre son pôle supérieur et son pôle inférieur, ledit lien étant accouplé aux moyens d'alimentation du brûleur de façon à ajuster le débit du fluide de combustion en fonction directe de la tension dudit lien.

1/4

Fig. 1

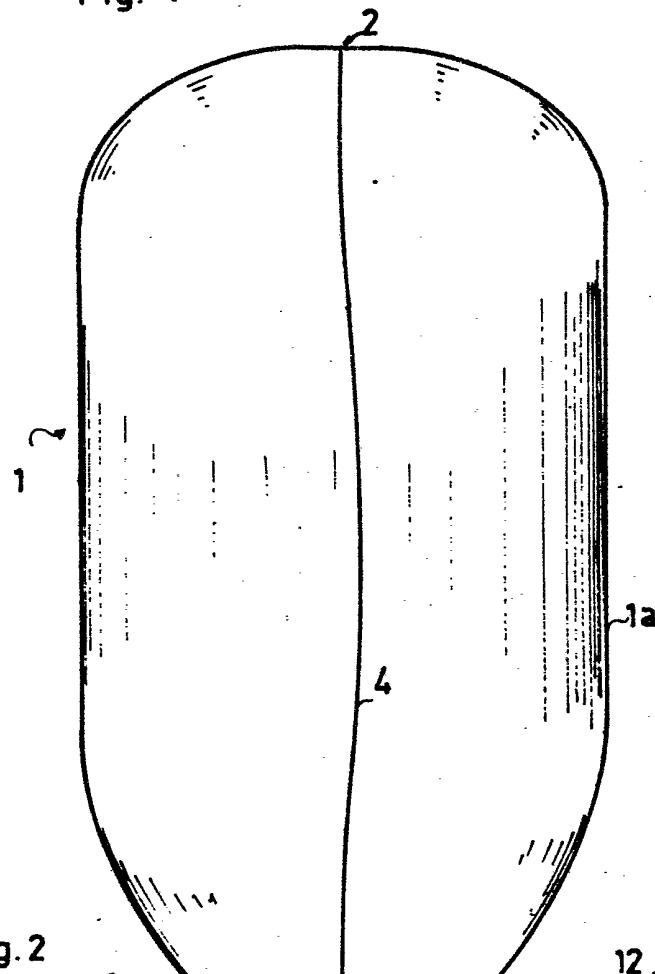


Fig. 2

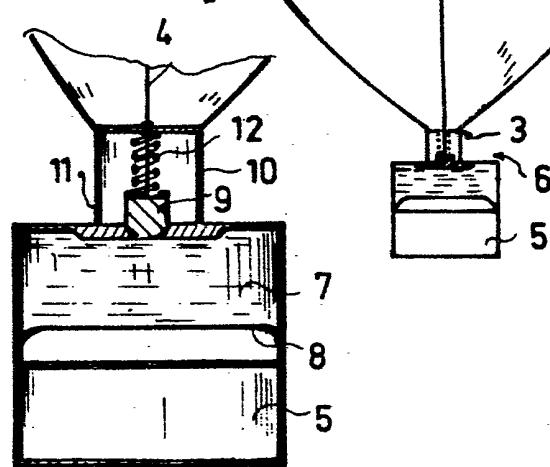
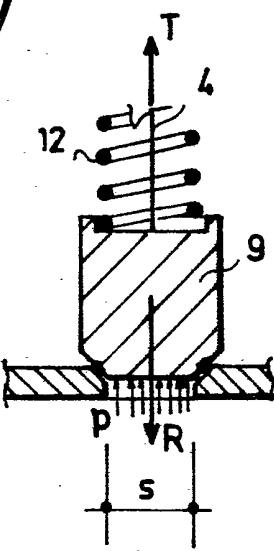
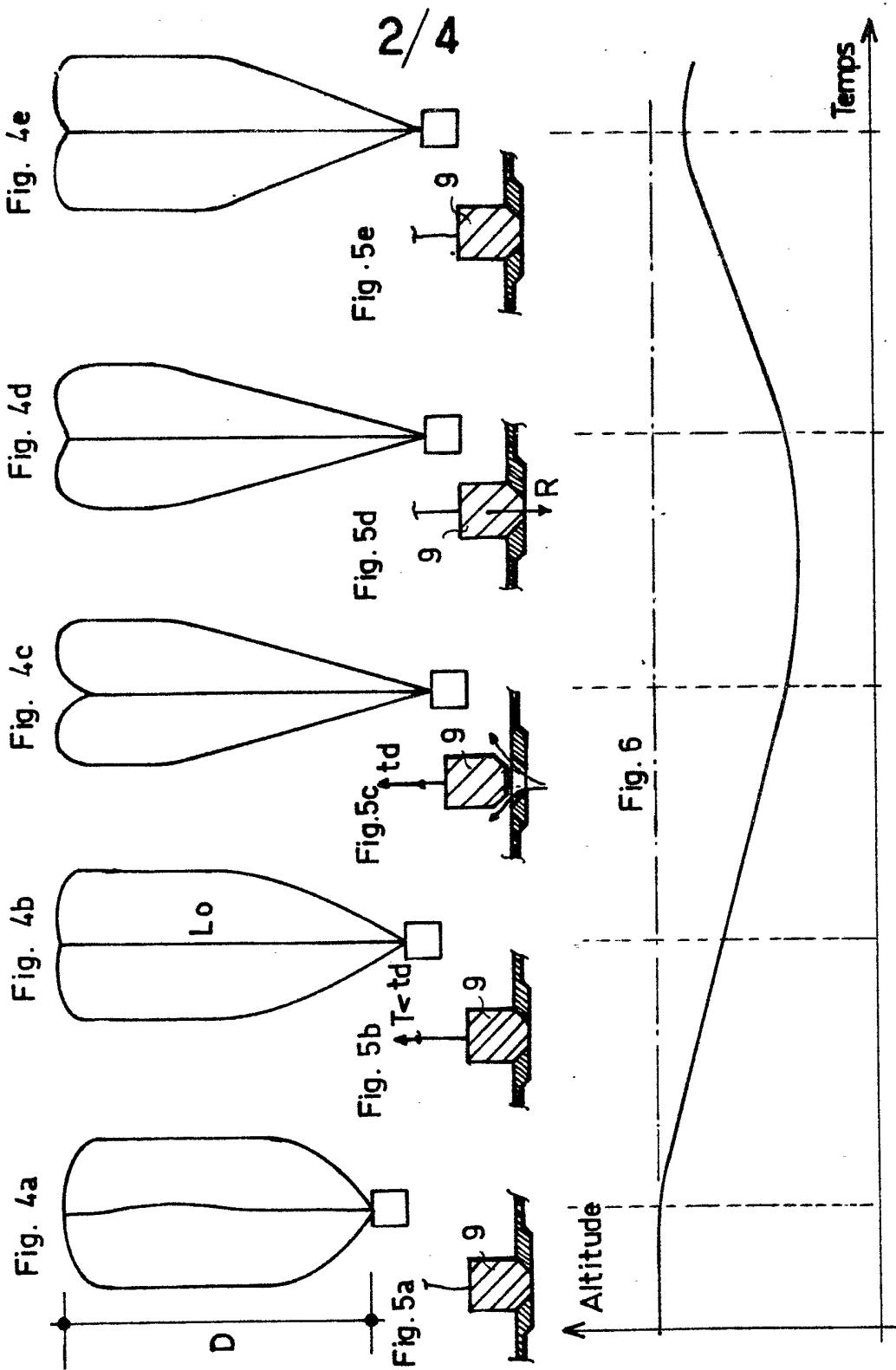
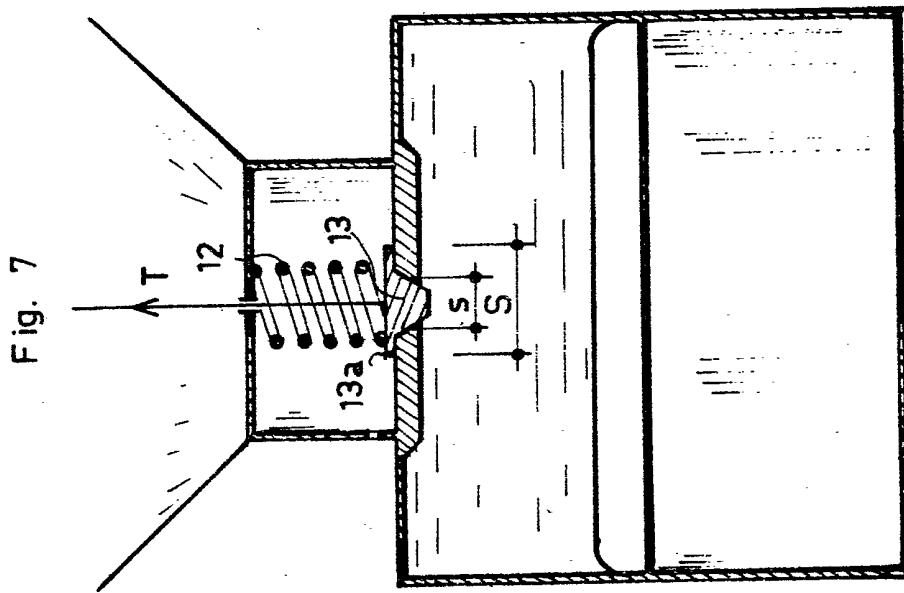
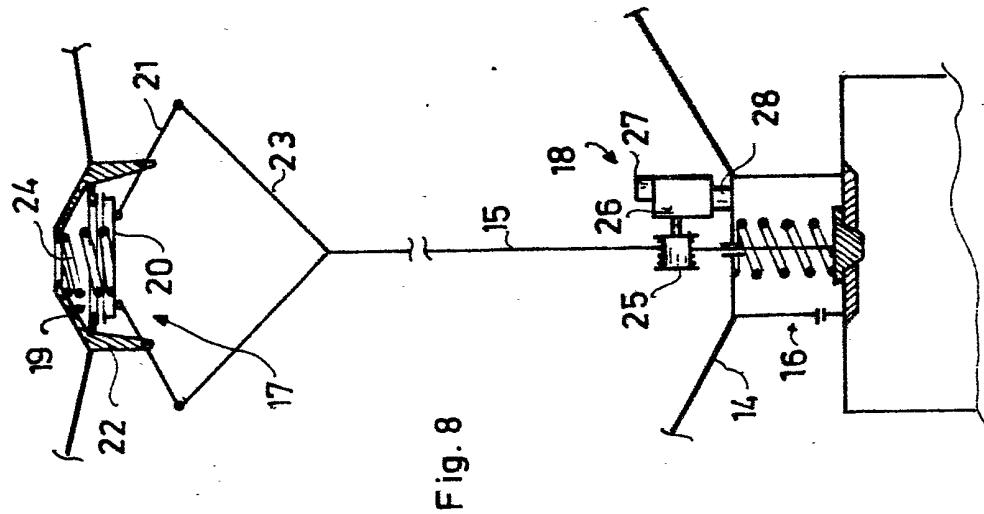


Fig. 3





3/4



4/4

Fig. 10

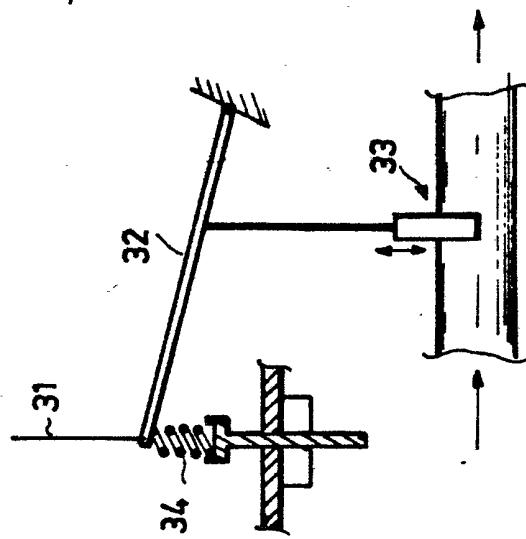


Fig. 9

