

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 81 12246**

---

⑤④ Perfectionnements apportés aux capteurs-accumulateurs solaires à structure souple et utilisation de tels capteurs dans des réservoirs d'eau.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 24 J 3/02.

②② Date de dépôt..... 22 juin 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° 51 du 24-12-1982.

---

⑦① Déposant : ZODIAC ESPACE, société anonyme, résidant en France.

⑦② Invention de : Michel Eymard et Bernard De Pous.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Perfectionnements apportés aux capteurs-accumulateurs solaires à structure souple

La présente invention concerne des perfectionnements apportés aux capteurs-accumulateurs solaires à structure souple, le terme "capteur-accumulateur" désignant des dispositifs aptes à recueillir l'énergie thermique des rayonnements solaires incidents et à conserver le mieux et/ou le plus longtemps possible cette énergie afin d'être en mesure de la restituer de façon contrôlée et/ou différée.

On connaît déjà de nombreux types de capteurs solaires à structure souple, notamment constitués en tissus enduits à face noire ou constitués par des profilés creux en matière plastique dans lesquels circule un fluide échangeur.

L'invention a essentiellement pour but de réaliser un capteur-accumulateur solaire répondant mieux que ceux connus à l'heure actuelle aux diverses exigences de la technique ; en particulier, l'invention vise à réaliser un capteur-accumulateur solaire qui présente un rendement supérieur à celui des dispositifs antérieurs, qui soit susceptible d'être facilement associé ou intégré à des dispositifs ou ensembles préexistants, qui soit facile à mettre en oeuvre sans nécessiter un montage particulier sur une structure appropriée, qui soit peu coûteux à fabriquer et à entretenir et qui puisse notamment être produit simplement par mise en oeuvre des techniques traditionnelles de fabrication de dispositifs souples (engins volants plus légers que l'air tels que ballons ou dirigeables, embarcations gonflables, etc.).

A ces fins, on prévoit, conformément à l'invention, que le capteur-accumulateur comprend, en combinaison :

- 30 - d'une part, une enveloppe souple contenant un fluide à réchauffer et délimitée par une paroi présentant
  - . une zone absorbante en contact avec le fluide à réchauffer et destinée à être exposée aux rayonnements solaires et à absorber au moins les rayonnements lumineux et infra-rouges, cette zone absorbante présentant,

lorsque le capteur est en position fonctionnelle, une dénivellation entre une région basse et une région haute situées de manière telle que, en période diurne et sous l'action de la chaleur communiquée au fluide par la susdite zone absorbante, il se produise au sein  
5 du fluide un courant de convection ascendant au voisinage de la zone absorbante,

. et une zone non absorbante desdits rayonnements,  
- et, d'autre part, des moyens anti-retour disposés au  
10 sein du fluide au voisinage de la zone absorbante pour s'opposer à l'établissement dans toute la masse de fluide d'un courant de convection en sens inverse du précédent, lors du refroidissement nocturne de la zone absorbante.

15 Grâce à cet agencement, on réalise donc, d'une part, un moteur thermique apte, en période diurne, à faire circuler le fluide au sein de l'enveloppe et à assurer la diffusion de la chaleur au sein de la masse de fluide et, d'autre part, un blocage du mouvement de convection inverse,  
20 en période nocturne, ledit mouvement de convection inverse étant cantonné à une faible partie de la masse du fluide et le reste de cette masse de fluide n'étant le siège que d'un refroidissement par conduction pure (refroidissement en mode stratifié).

25 Autrement dit, en période diurne, on favorise l'absorption de chaleur et l'accroissement de température au sein de la masse de fluide, en même temps que, en période nocturne, on diminue le brassage du fluide et donc les pertes thermiques. Il en résulte globalement un rendement  
30 accru par rapport aux dispositifs antérieurs.

Dans un mode de réalisation préféré, on prévoit que la zone absorbante comprend, d'une part, au moins deux feuilles souples écartées l'une de l'autre, l'une de ces  
35 feuilles (feuille extérieure) étant constituée en un matériau transparent aux rayonnements solaires lumineux et infra-rouges et l'autre feuille (feuille intérieure) étant constituée en un matériau absorbant lesdits rayonnements solaires et étant en contact avec le fluide à réchauffer,

et, d'autre part, des moyens d'entretoisement souples insérés entre les deux feuilles souples et agencés pour les maintenir écartées l'une de l'autre.

De la sorte, on a recours à l'effet de serre dans le  
5 volume délimité par les deux feuilles tout en conservant à l'ensemble une structure souple.

De préférence, la feuille intérieure est en tissu enduit, la face externe tournée vers le soleil étant en tissu nu et la face interne en contact avec le fluide étant  
10 enduite.

Avantageusement, les moyens anti-retour comprennent un rideau s'étendant dans la masse de fluide entre, d'une part, le volume de la masse de fluide en contact avec la région de la zone absorbante la plus active et, d'autre  
15 part, le reste de la masse de fluide, ce rideau étant agencé pour autoriser le mouvement de convection diurne susmentionné, mais pour s'opposer au mouvement de convection nocturne en sens inverse.

Les moyens anti-retour ainsi agencés restent de fonctionnement et de fabrication simples, et aucune intervention, mécanique ou manuelle, n'est nécessaire pour les amener en position fonctionnelle.

De préférence alors, le rideau est ancré de façon discontinue à la partie inférieure de l'enveloppe de manière à ménager des passages pour le fluide, et il flotte  
25 librement en position sensiblement verticale au sein du fluide, la hauteur dudit rideau étant telle que, en période diurne et sous l'action du mouvement de convection du fluide, le bord supérieur du rideau soit écarté de la paroi de l'enveloppe et que, en période nocturne et sous  
30 l'action des pressions qui, en l'absence du rideau, induisent une convection inverse du fluide au voisinage de la région de la zone absorbante soumise au refroidissement le plus important, le bord supérieur du rideau soit maintenu  
35 appliqué contre la paroi de l'enveloppe.

Dans un exemple de réalisation, le rideau comprend une feuille souple et, à la partie supérieure de celle-ci, une bande d'un matériau de densité inférieure à celle du

fluide et faisant office de flotteur.

Par ailleurs, pour conserver sa souplesse à la zone absorbante tout en ayant recours à des moyens simples pour constituer les moyens d'entretoisement, on prévoit que ces  
5 moyens d'entretoisement comprennent une pluralité de fils enroulés en hélice insérés entre les deux feuilles parallèlement les uns aux autres, ces fils enroulés en hélice s'étendant sensiblement dans des plans transversaux lorsque l'enveloppe souple est tubulaire et que la zone absorbante  
10 s'étend longitudinalement.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation préféré donné uniquement à titre d'exemple non limitatif ; dans cette description, on se réfère au dessin annexé sur lequel :

- 15 - la figure 1 est une vue en coupe verticale d'un capteur-accumulateur souple conforme à l'invention ; et
- la figure 2 est une vue partielle en perspective d'un tronçon du capteur-accumulateur de la figure 1.

Le capteur-accumulateur est essentiellement constitué  
20 par une enveloppe 1, souple, de forme cylindrique (la figure 1 en montrant la coupe transversale), et fermée de façon étanche aux fluides, notamment aux liquides.

L'enveloppe 1 présente plusieurs parties constituées en des matériaux appropriés à fonction attribuée à ces parties.

25 Une première partie 2, constituée en un matériau présentant de bonnes qualités d'isolation thermique, sert à isoler thermiquement le fluide contenu dans l'enveloppe vis-à-vis du support de l'enveloppe, en général le sol. De nombreux matériaux peuvent convenir à cet effet, notamment  
30 le polystyrène expansé à cellules fermées sous tissu d'étanchéité enduit.

A cette première partie 2 est raccordée de façon étanche en 4 une paroi 3 relativement épaisse assurant l'isolation thermique du fluide vis-à-vis de l'air ambiant. Une telle  
35 paroi peut être constituée en un tissu imprégné doublé d'un polyuréthane expansé souple, technique couramment utilisée dans la fabrication des embarcations gonflables.

Dans la paroi 3 est pratiquée une lumière s'étendant

longitudinalement sur toute la longueur de l'enveloppe et occupée par une structure 5 à double paroi constituant la partie capteur proprement dite.

La structure 5 comprend, d'une part, une paroi souple ou feuille externe 6 constituée en un matériau transparent aux rayonnements lumineux et infra-rouges, tel que du polyéthylène traité contre la dégradation par les rayonnements ultraviolets, d'autre part, une paroi souple ou feuille interne 7 constituée en un matériau thermiquement absorbant, tel qu'un tissu enduit de couleur noire, relativement fin pour faciliter la transmission de la chaleur au fluide qui est en contact avec la face interne de ladite paroi 7, et, d'autre part enfin, des moyens d'entretoisement pour maintenir les parois 6 et 7 écartées l'une de l'autre afin de délimiter entre elles un volume 8 d'air et y créer un effet de serre.

Avantageusement, comme représenté à la figure 2, les moyens d'entretoisement sont constitués par des fils 9 enroulés en hélice et disposés entre les deux parois ou feuilles 6 et 7, s'étendant parallèlement les uns aux autres dans des plans transversaux. Ainsi agencés, les moyens d'entretoisement sont difficilement sujets à l'écrasement et assurent un bon entretoisement des feuilles 6 et 7, tout en étant suffisamment souples pour épouser parfaitement et sans raideur notable le contour transversal de l'enveloppe 1.

On notera également que la paroi ou feuille interne 7 est disposée de manière que ce soit la face enduite du tissu qui soit en contact avec le fluide contenu dans l'enveloppe. On assure ainsi un meilleur contact thermique avec le fluide, ce qui procure une meilleure transmission de la chaleur et donc améliore le rendement. Celui-ci est encore amélioré si les dimensions propres des fils du tissu sont sensiblement de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde d'un rayonnement incident car le tissu se comporte alors comme un diffuseur infra-rouge, chaque fibre émettant dans toutes les directions. La superposition des fibres fait que seule la couche extérieure diffuse vers l'extérieur de

sorte que l'énergie infra-rouge émise vers l'extérieur reste inférieure à ce qu'elle serait dans le cas d'une surface continue et homogène.

La structure 5 à double paroi n'occupe pas symétriquement la zone centrale de l'enveloppe 1, mais est décalée latéralement - l'enveloppe étant considérée en coupe transversale (voir figure 1) - de manière telle que la double paroi 6, 7 s'étende pour sa plus grande partie sensiblement perpendiculairement aux rayons solaires 10 lorsque l'ensemble est dans sa position fonctionnelle montrée à la figure 1.

On crée ainsi une dissymétrie structurelle entre les parties droite et gauche (sur la figure 1) du dispositif à laquelle correspond une dissymétrie thermique, le fluide situé dans la partie gauche 11 étant porté à une température supérieure à celle du fluide situé dans la partie droite 12. Il en résulte un mouvement de convection, schématisé par les flèches 13, qui assure un brassage de la masse de fluide et accroît en conséquence la quantité de chaleur absorbée par cette masse de fluide.

Par contre, en l'absence de rayonnement solaire 10, et notamment en période nocturne, la structure 5 à double paroi est une zone préférentielle de déperdition thermique.

Le fluide situé dans la partie gauche 11 aura donc tendance à venir à une température inférieure à celle du fluide situé dans la partie droite 12, mieux protégée thermiquement par la paroi 3 relativement épaisse de l'enveloppe. Il en résultera donc un mouvement de convection en sens inverse du précédent, comme indiqué par la flèche en tiret 14, qui aura pour conséquence d'accélérer par brassage le refroidissement de toute la masse de fluide.

Pour éviter ce mouvement de convection inverse, ou tout au moins pour empêcher qu'il s'effectue dans toute la masse de fluide, on prévoit d'isoler mécaniquement, du reste de la masse de fluide, le fluide situé dans la partie gauche 11.

A cet effet, on prévoit un écran ou rideau longitudinal 15, léger et souple, constitué par exemple par une

feuille de matière plastique ou de tissu, muni à sa partie supérieure d'un flotteur 16, et retenu à la partie inférieure de l'enveloppe par des filins 17, de manière qu'entre le bord inférieur du rideau 15 et l'enveloppe il demeure un espace libre autorisant le passage du fluide en mouvement. Autrement dit, le rideau 15 peut osciller librement autour de l'articulation constituée par la liaison des filins 17 à l'enveloppe 1.

En période diurne, lorsque le mouvement de convection s'effectue selon les flèches 13, le rideau 15 est écarté vers la droite (sur la figure 1) par le fluide en déplacement qui peut donc circuler librement en longeant les faces de l'enveloppe 1, au-dessus et au-dessous du rideau.

Par contre, en l'absence de rayonnement et notamment en période nocturne, sous l'action du fluide entraîné par un mouvement de convection inverse (flèche 14), le rideau est rabattu vers la gauche (sur la figure 1) et son bord supérieur vient s'appliquer contre l'enveloppe (sur les figures 1 et 2, le rideau est représenté en trait mixte dans cette position). Le fluide ne pouvant plus circuler entre le bord supérieur du rideau et l'enveloppe, le mouvement de convection inverse est bloqué dans toute la masse de liquide située, sur la figure 1, à droite du rideau : seul y apparaît une perte de chaleur par conduction (refroidissement en mode stratifié) à partir de la partie supérieure de l'enveloppe, ce qui limite considérablement la vitesse de refroidissement du fluide. Le mouvement de convection inverse reste alors limité à la partie gauche 11, comme représenté par la flèche 18 en trait mixte.

Ainsi agencé, le dispositif de l'invention allie, aux bonnes caractéristiques de captation thermique, de bonnes caractéristiques de conservation ou d'accumulation de la chaleur, et le rendement global est supérieur à celui offert par les dispositifs actuellement connus.

Par ailleurs, il peut être fabriqué facilement par mise en oeuvre des techniques de fabrication de dispositifs souples d'autres types, tels que ballons ou dirigeables, embarcations gonflables, etc.

Le dispositif de l'invention peut être utilisé de façon isolée, avec des raccordements appropriés pour obtenir une eau préchauffée.

5 Il peut aussi avantageusement être associé à un système de pompe à chaleur.

10 Il peut également être incorporé dans des structures existantes connues auxquelles il cède de la chaleur. Par exemple, on peut constituer, sous la forme qui vient d'être décrite et qui est représentée aux figures 1 et 2, un ou plusieurs boudins remplis d'eau délimitant un réservoir d'eau, notamment une piscine, gonflable à structure souple. L'eau réchauffée contenue dans le boudin ainsi agencé cède sa chaleur, à travers la paroi 3 (à droite sur la figure 1), à l'eau contenue dans le réservoir.

15 Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus spécialement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

## REVENDICATIONS

1 - Capteur-accumulateur solaire à structure souple, caractérisé en ce qu'il comprend en combinaison :

- 5 - d'une part, une enveloppe souple (1) contenant un fluide à réchauffer et délimitée par une paroi présentant
- 10 . une zone absorbante (5) en contact avec le fluide à réchauffer et destinée à être exposée aux rayonnements solaires (10) et à absorber au moins les rayonnements lumineux et infra-rouges, cette zone absorbante présentant, lorsque le capteur est en position fonctionnelle, une dénivellation entre une région basse et une région haute situées de manière telle que, en période diurne et sous l'action de la chaleur communiquée au fluide par la susdite zone absorbante, il se produise
- 15 au sein du fluide un courant de convection ascendant au voisinage de la zone absorbante (flèche 13),
- . et une zone (3) non absorbante desdits rayonnements,
- 20 - et, d'autre part, des moyens anti-retour (15, 16, 17) disposés au sein du fluide au voisinage de la zone absorbante pour s'opposer à l'établissement dans toute la masse de fluide d'un courant de convection en sens inverse du précédent, lors du refroidissement nocturne de la zone absorbante.

- 25 2 - Capteur-accumulateur solaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone absorbante (5) comprend, d'une part, au moins deux feuilles souples (6, 7) écartées l'une de l'autre, l'une de ces feuilles (feuille extérieure) (6) étant constituée en un matériau transparent aux rayonnements solaires lumineux et infra-rouges et
- 30 l'autre feuille (feuille intérieure) (7) étant constituée en un matériau absorbant lesdits rayonnements solaires et étant en contact avec le fluide à réchauffer, et, d'autre part, des moyens d'entretoisement souples (9) insérés entre les deux feuilles souples et agencés pour les maintenir écartées l'une de l'autre.
- 35

3 - Capteur-accumulateur solaire selon la revendication 2, caractérisé en ce que la feuille intérieure (7) est en tissu enduit, la face externe tournée vers le

soleil étant en tissu nu et la face interne en contact avec le fluide étant enduite.

4 - Capteur-accumulateur solaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les  
5 moyens anti-retour (15, 16, 17) comprennent un rideau (15) s'étendant dans la masse de fluide entre, d'une part, le volume (11) de la masse de fluide en contact avec la région de la zone absorbante la plus active et, d'autre  
10 part, le reste (12) de la masse de fluide, ce rideau étant agencé pour autoriser le mouvement de convection diurne susmentionné, mais pour s'opposer au mouvement de convection nocturne en sens inverse.

5 - Capteur-accumulateur solaire selon la revendication 4, caractérisé en ce que le rideau (15) est ancré (en  
15 17) de façon discontinue à la partie inférieure de l'enveloppe de manière à ménager des passages pour le fluide et en ce que le rideau flotte librement en position sensiblement verticale au sein du fluide, la hauteur du rideau étant telle que, en période diurne et sous l'action du  
20 mouvement de convection du fluide, le bord supérieur du rideau soit écarté de la paroi de l'enveloppe et que, en période nocturne et sous l'action des pressions qui, en l'absence du rideau, induisent une convection inverse du fluide au voisinage de la région de la zone absorbante  
25 soumise au refroidissement le plus important, le bord supérieur du rideau soit maintenu appliqué contre la paroi de l'enveloppe.

6 - Capteur-accumulateur solaire selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rideau comprend une  
30 feuille souple et, à la partie supérieure de celle-ci, une bande (16) d'un matériau de densité inférieure à celle du fluide et faisant office de flotteur.

7 - Capteur-accumulateur solaire selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que les  
35 moyens d'entretoisement comprennent une pluralité de fils (9) enroulés en hélice insérés entre les deux feuilles parallèlement les uns aux autres.

8 - Capteur-accumulateur solaire selon l'une

quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe souple est tubulaire, la zone absorbante s'étendant longitudinalement.

5 9 - Capteur-accumulateur solaire selon les revendications 7 et 8, caractérisé en ce que les fils enroulés en hélice des moyens d'entretoisement s'étendent sensiblement dans des plans transversaux.

10 10 - Utilisation d'un capteur-accumulateur solaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 dans un réservoir d'eau, notamment une piscine, à structure souple dont au moins une paroi latérale est constituée par au moins un boudin gonflé par un fluide, notamment de l'eau.

Pl. unique

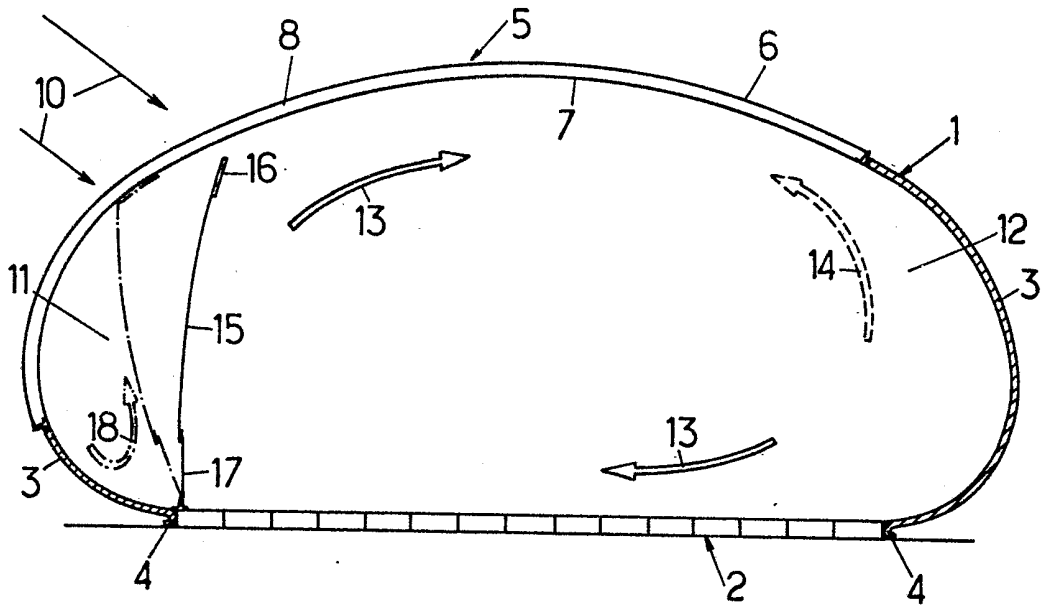


FIG. 1.

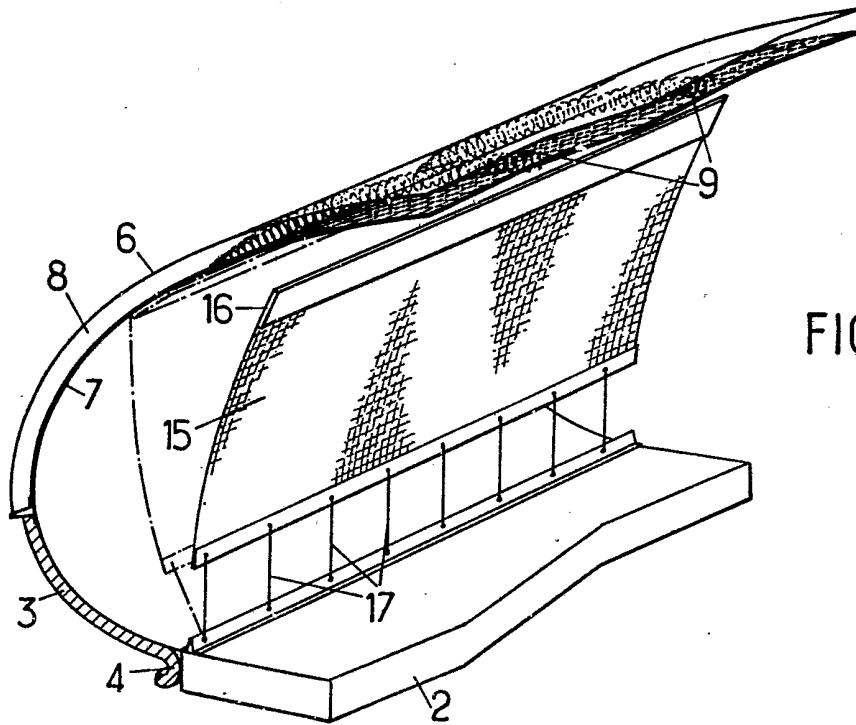


FIG. 2.