

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 81 04451**

---

⑮ Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire et procédé de captage d'énergie solaire en discontinu à l'aide d'un appareil de captage d'énergie solaire comportant ce collecteur.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 24 J 3/02; F 24 D 17/00, 19/10.

⑰ Date de dépôt..... 5 mars 1981.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée : *EUA, 6 mars 1980, n° 127.705.*

㉒ Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 11-9-1981.

---

㉓ Déposant : Société dite : OWENS-ILLINOIS, INC., résidant aux EUA.

㉔ Invention de : Yu Kun Pei.

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, Office Josse et Petit,  
8, av. Percier, 75008 Paris.

Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire et procédé de captage d'énergie solaire en discontinu à l'aide d'un appareil de captage d'énergie solaire comportant ce collecteur.

La présente invention concerne un collecteur qui, sur  
5 commande, sert à la fois à fournir un fluide à une multiplicité  
de capteurs d'énergie solaire et à évacuer le fluide de ces  
derniers en vue d'un chauffage et/ou d'un échange d'énergie  
par absorption. Plus spécialement, la présente invention  
concerne un collecteur qui raccorde une multiplicité de capteurs  
10 d'énergie solaire tubulaires les uns aux autres, en parallèle,  
de manière à former un banc de capteurs et qui, en outre,  
raccorde une multiplicité de bancs de capteurs les uns aux  
autres, en série, de manière à former un agencement étagé pour  
la circulation d'un liquide caloporteur sous pression dans un  
15 sens donné et pour le retour du liquide par gravité dans le sens  
opposé, sur commande. Le collecteur, en combinaison avec  
d'autres appareils, permet d'obtenir un fonctionnement du  
système en discontinu et/ou un fonctionnement du système en  
continu. En outre, le collecteur permet de remplir très rapi-  
20 dement les capteurs d'énergie solaire tubulaires avec un liquide  
caloporteur sous l'action de la pression d'une pompe et d'évacuer  
très rapidement et complètement les capteurs d'énergie solaire  
tubulaires par gravité, de manière que l'on obtienne un fonction-  
nement exempt de pannes en présence de conditions de gel et/ou  
25 de conditions d'ébullition. Les systèmes de collecteur utilisés  
jusqu'à présent, principalement pour des capteurs d'énergie  
solaire tubulaires, n'ont pas été confrontés, contrairement aux  
capteurs à plaques ou panneaux plats, à des problèmes d'infail-  
libilité de fonctionnement, d'économie et de simplicité. Par  
30 contre, les systèmes de collecteurs mentionnés et connus  
jusqu'à présent se sont avérés aptes à être utilisés avec des  
capteurs d'énergie solaire tubulaires de haute performance.  
Le fluide en circulation, de préférence de l'eau, restait dans le  
collecteur et dans les capteurs sans que des dispositions soient  
35 prévues pour l'évacuer. L'appareil devenait donc vulnérable  
à un endommagement par le gel ou une ébullition accidentelle  
à la suite d'une défaillance de fonctionnement du système de

commande et du système hydraulique. De plus, on attachait peu d'importance à la perte d'énergie thermique se produisant lorsqu'une grande quantité d'eau stagnait toute une nuit à l'intérieur des tubes, ou bien à la consommation d'énergie entraînée par une circulation continue du fluide, ou encore au problème posé par l'entretien et la maintenance du système spécialement lorsque de l'eau très chaude se trouvait dans les capteurs.

Il existe deux types fondamentaux de capteurs d'énergie solaire, à savoir : (1) les capteurs à plaques ou panneaux plats comprenant une plaque de verre et une surface d'absorption d'énergie que l'on dispose en-dessous de cette plaque et qui est le siège d'une circulation de fluide; et (2) les capteurs tubulaires comprenant une structure à double paroi avec un espace vide entre le tube intérieur et le tube extérieur, le tube intérieur étant revêtu sur sa surface extérieure d'un revêtement absorbeur d'énergie et étant en contact à sa surface intérieure avec un fluide en vue de l'absorption de l'énergie solaire. Les différences inhérentes entre les deux types sont telles que ce qui peut être favorable pour un type n'est pas obligatoirement bon pour l'autre. Toutefois, indépendamment de ces différences inhérentes, les tentatives récentes faites pour les deux types en vue de remédier aux inconvénients ci-dessus ont soulevé d'autres problèmes et/ou possibilités. Par exemple, certaines de ces tentatives ont fait appel à l'utilisation d'une solution anti-gel avec le fluide caloporteur, mais le rendement du système s'en est trouvé réduit par suite du coefficient plus faible de transfert de chaleur de la solution anti-gel. Dans le cas des capteurs à plaques plates, on a essayé de mettre en oeuvre un fonctionnement en discontinu et/ou d'obtenir un système dont le fluide pourrait être évacué de manière à assurer une protection contre les conditions entraînant le gel ou une ébullition. D'une façon générale, avec les capteurs à plaques plates, on utilise des tubulures parallèles pour transporter le fluide et une évacuation de ce fluide est possible mais, du fait que l'on a recours à des tubes de petit diamètre pour augmenter la superficie utile, et par conséquent le rendement du transfert de chaleur, une certaine quantité de fluide reste dans les tubes par suite de la tension superficielle

et, si l'on utilise des tubes de plus grand diamètre, on diminue le rendement. Du fait que les panneaux des capteurs à plaques plates ont une faible capacité en fluide, un fonctionnement en mode discontinu ou intermittent se rapproche d'un fonctionnement en mode continu par suite de la fréquence des cycles de fonctionnement et demande, par conséquent, une plus grande consommation d'énergie. De plus, dans le cas des capteurs à plaque plate, si une défaillance de fonctionnement a lieu ou si l'on évacue volontairement le fluide pendant le cycle diurne, les capteurs deviennent extrêmement chauds, ce qui entraîne un endommagement de la tubulure qui s'y trouve.

Dans le cas des capteurs tubulaires, les systèmes étaient dès le début capables de dispositions étagées, mais leur fonctionnement était limité à un mode continu, l'appareil était complexe et le système ne pouvait pas être évacué par suite, en partie, de la configuration sinueuse de l'écoulement du fluide à l'intérieur d'un banc ou étage de capteur tubulaire. Les tentatives récentes faites pour obtenir un fonctionnement en mode discontinu ou intermittent avec des capteurs tubulaires ont soulevé d'autres problèmes comprenant, d'une part, l'impossibilité d'obtenir une disposition étagée, ce qui limite la capacité du système, et, d'autre part, une évacuation si faible du fluide que de l'énergie est nécessaire pour évacuer le fluide introduit dans le système à chaque cycle.

La présente invention répond aux besoins ci-dessus et remédie aux problèmes en permettant d'obtenir réellement un fonctionnement en mode discontinu ou intermittent grâce, en partie, à la capacité volumique importante des capteurs tubulaires, une possibilité de remplir un agencement étagé de bancs de capteurs tubulaires, un système à évacuation par gravité et une réduction de consommation d'énergie.

La présente invention couvre un appareil et un procédé pour transférer un fluide caloporteur, sur commande et sur la base d'un mode de fonctionnement discontinu ou intermittent, vers et depuis une multiplicité de capteurs d'énergie solaire tubulaires disposés de façon particulière afin d'assurer une sécurité contre les conditions entraînant le gel et l'ébullition, à réduire la consommation d'énergie, à diminuer les pertes thermiques et à améliorer l'entretien et la maintenance de

l'appareil. De façon plus particulière, la présente invention vise un système de collecteur pour capteurs d'énergie solaire tubulaires en combinaison avec d'autres appareils, ce système de collecteur reliant une multiplicité de capteurs d'énergie solaire l'un à l'autre en parallèle de manière à former un banc ou étage de capteurs et reliant, en outre, une multiplicité de bancs ou rangées l'un à l'autre en série de manière à former une disposition étagée en vue de la circulation d'un fluide caloporteur sous pression dans un sens donné et du retour de ce fluide par gravité en sens opposé sous la commande d'un détecteur.

On va maintenant décrire la présente invention en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue schématique d'un système de collecteur destiné à des capteurs d'énergie solaire et à des appareils supplémentaires;

la figure 2 est une vue en plan du système de collecteur associé à des capteurs d'énergie solaire tubulaires dans un agencement étagé;

la figure 3 est une vue en élévation sectionnée d'un capteur d'énergie solaire tubulaire monté de façon étanche sur une partie d'un système de collecteur, des sections ayant été arrachées pour plus de clarté;

la figure 4 est une vue en coupe partielle agrandie d'un capteur d'énergie solaire tubulaire monté de façon étanche sur une partie d'un système de collecteur, cette vue montrant des détails de la structure de montage;

la figure 5 est une vue en coupe d'une partie d'un système de collecteur, cette coupe étant faite par la ligne de coupe V-V de la figure 3; et

la figure 6 est une vue en coupe d'une partie d'un système de collecteur, cette coupe étant faite par la ligne de coupe VI-VI de la figure 2.

L'appareil et le procédé selon la présente invention trouvent une utilité particulière dans l'aptitude d'évacuation des capteurs d'énergie solaire tubulaires montés sur un collecteur en vue de la circulation d'un fluide caloporteur. Avec les capteurs tubulaires, contrairement aux capteurs à plaques ou panneaux plats, des volumes importants de fluide sont mis en

circulation, d'une façon générale suivant une configuration sinueuse, pour atteindre des performances élevées en ce qui concerne l'échange thermique entre l'énergie solaire et le fluide. Toutefois, une circulation continue du fluide est anti-économique en raison de la consommation d'énergie nécessaire et, par suite, des pertes thermiques que subit le fluide caloporteur dans les tubulures de raccordement. En outre, une stagnation du fluide toute une nuit par suite d'une évacuation lente ou incomplète ou pendant un mauvais fonctionnement se traduit par des pertes thermiques supplémentaires et des problèmes en ce qui concerne les conditions de gel et les conditions d'ébullition. C'est pourquoi il est devenu souhaitable d'envoyer chaque fois, à l'aide de la pression d'une pompe, un volume de fluide dans les capteurs jusqu'à ce que ce volume de fluide soit devenu chaud et de faire revenir le fluide chaud dans un réservoir d'emmagasinement. Avec un tel fonctionnement volume par volume, c'est-à-dire un fonctionnement intermittent ou continu, il est important que le fluide soit évacué des capteurs tubulaires et du collecteur rapidement et complètement, par gravité et sur commande d'un détecteur, pour que l'on obtienne un fonctionnement sûr, efficace et simple. En même temps, le fonctionnement par circulation intermittente doit pouvoir être mis en oeuvre et maintenu à tout moment, particulièrement lorsque le fluide peut être chauffé pendant les heures diurnes. Ces besoins font apparaître la nécessité de disposer d'un collecteur qui permette d'envoyer très rapidement à une multiplicité de capteurs tubulaires un volume important de fluide, de maintenir le fluide in situ jusqu'à ce qu'il ait été chauffé à une température prédéterminée puis de renvoyer le fluide chauffé jusqu'à sa source, cela de nombreuses fois pendant les heures diurnes. En raison de l'intérêt porté au moyen économisant l'énergie et réduisant la consommation de cette énergie, il devient capital d'obtenir un fonctionnement réellement intermittent de telle sorte que le système ne recycle pas constamment le fluide en dépit du fait que le fluide se trouve exposé à l'énergie solaire.

En se référant à la figure 1, on voit que l'on y a représenté un collecteur 10 combiné avec un appareil supplémentaire pour montrer un mode de réalisation préféré de l'invention

ainsi qu'un fonctionnement préféré d'un système de captage d'énergie solaire. Le collecteur 10 raccorde une multiplicité de capteurs tubulaires 74 d'énergie solaire les uns aux autres en parallèle de manière à former une rangée ou étage de

5 capteurs, et raccorde en outre une multiplicité de rangées ou étages de capteurs les uns aux autres, en série, de manière à former un agencement à plusieurs étages. Le capteur 10 comprend une multiplicité d'enveloppes extérieures 12, dont

10 chacune comporte des ouvertures d'entrée 12a et des ouvertures de sortie 12b pour le transfert d'un fluide caloporteur 54, tel que de l'eau ou tout autre fluide approprié, dans un sens donné et sous pression au moyen d'une pompe P ainsi que dans le sens opposé par gravité. La pompe P peut être une pompe centrifuge classique ayant une puissance suffisante pour envoyer

15 un volume déterminé de fluide 54 à une hauteur déterminée en un temps déterminé. La partie supérieure des enveloppes extérieures 12 comporte une multiplicité de trous espacés 16 d'un diamètre approprié destinés à recevoir les capteurs tubulaires 74. Les enveloppes extérieures 12 sont espacées les unes des

20 autres d'une distance appropriée pour loger les capteurs tubulaires 74 et pour former un agencement étagé. Les enveloppes extérieures 12 sont disposées chacune de façon sensiblement horizontale mais peuvent être légèrement inclinées pour faciliter l'évacuation. Une multiplicité d'enveloppes intérieures 14, présentes à raison d'une dans chacune des enveloppes extérieures 12, comporte une extrémité ouverte 14a et une

25 extrémité fermée 14b. L'extrémité ouverte 14a est alignée avec l'ouverture de sortie 12b de l'enveloppe extérieure 12 de manière qu'un raccord puisse être formé, par exemple par

30 brasage, soudage, ou à l'aide de moyens filetés. Les enveloppes intérieures 14 comportent sur leur partie supérieure une multiplicité de trous 18 espacés les uns des autres et alignés avec les trous 16 se trouvant sur la partie supérieure des enveloppes extérieures 12. Au moins un trou d'évacuation 24

35 est prévu sur la partie inférieure de chaque enveloppe intérieure 14, ces trous ayant un diamètre qui n'affecte pas l'écoulement du fluide sous pression dans un sens mais qui permet l'évacuation des enveloppes intérieures 14. Une multiplicité de saillies tubulaires 26 ou tubes de trop-plein comportant des extrémités

ouvertes, sont logés dans les trous 18 se trouvant sur la partie supérieure de l'enveloppe intérieure 14 et s'étendent à travers les trous 16 se trouvant sur la partie supérieure des enveloppes extérieures 12, sensiblement sur la longueur  
5 des capteurs tubulaires 74 d'énergie solaire quand ces derniers sont scellés sur les enveloppes extérieures 12. Des tubulures de raccordement 36 assurent une communication entre les rangées ou étages de capteurs en raccordant l'ouverture de sortie 12b de la rangée la plus basse à l'ouverture d'entrée 12a de la  
10 rangée suivante. Le nombre de rangées semble être illimité pourvu que la pression de la pompe soit suffisante pour y faire circuler le fluide 54. Le nombre de capteurs tubulaires 74 dans chaque rangée semble également être illimité pourvu qu'une contre-pression n'apparaisse pas au point d'empêcher le remplis-  
15 sage des capteurs 74 sensiblement au même niveau. Un moyen 28 d'emprisonnement d'air, placé à proximité de l'ouverture de sortie 12b de l'enveloppe extérieure 12 de la dernière rangée de capteurs, constitue un élément supplémentaire du collecteur pour empêcher un effet de siphonage sur le fluide, effet que  
20 l'on va décrire de façon plus détaillée par la suite. Une canalisation de purge 30 constitue un élément facultatif du collecteur et, dans le cas d'un système où le fluide n'est pas sous pression, on peut utiliser un simple orifice d'aération (non représenté) et dans le cas d'un système où le fluide est  
25 sous pression, on peut utiliser à la place de cet orifice un obturateur (non représenté).

En ce qui concerne le fonctionnement, le collecteur  
10 est utilisé avec un appareil supplémentaire pour former un système de captage et de fourniture d'énergie solaire qui  
30 fonctionne en mode intermittent et qui consomme une quantité considérablement réduite d'énergie et présente des garanties de sécurité en ce qui concerne les conditions de gel et les conditions d'ébullition. Le système est mis en marche à l'aube par une cellule photo-électrique 44 qui met en action une pompe  
35 P. La pompe soutire un fluide caloporteur d'un réservoir d'emmagasinage 56 et l'envoie à travers le conduit 96a jusqu'à l'ouverture d'entrée 12a de l'enveloppe extérieure 12 de la première rangée d'un agencement à plusieurs rangées ou étages.



Le conduit 96b assure une communication entre l'endroit où se raccorde l'enveloppe intérieure 14 et l'enveloppe extérieure 12 de la dernière rangée et un réservoir intermédiaire ou réservoir d'expansion 58 qui est raccordé au réservoir d'emmagasinage 56 par une colonne montante 64. Quand la pompe est en action, le solénoïde 48 (ou tout autre moyen approprié disposé dans le conduit 94 qui fournit une communication entre les conduits 96a et 96b) est en position fermée. Le fluide pénètre à travers l'ouverture d'entrée 12a dans l'enveloppe extérieure 12 de la première rangée. Le fluide remplit l'enveloppe extérieure 12 et pénètre dans chacun des capteurs 74, en parallèle, c'est-à-dire que le fluide remplit les capteurs 74 d'une façon sensiblement simultanée jusqu'à ce que soit atteint un niveau où le fluide déborde et s'écoule dans les tubes de trop-plein 26 qui assurent une communication avec l'enveloppe intérieure 14. Le fluide avance à travers le raccord réunissant les enveloppes à la tubulure de raccordement 36 qui communique par l'intermédiaire de l'ouverture d'entrée 12a avec l'enveloppe extérieure 12 de la rangée de capteurs situés immédiatement au-dessus.

Cette opération de remplissage de chaque rangée de capteurs s'effectue, en série, c'est-à-dire que le fluide remplit chaque rangée ou étage de capteurs successivement jusqu'à ce que la dernière rangée de l'agencement étagé soit remplie. Lorsque le fluide sort par l'ouverture de sortie 12b de l'enveloppe extérieure 12 de la dernière rangée de capteurs et pénètre dans le conduit 96b, un détecteur d'écoulement 40 situé dans le conduit 96b détecte l'écoulement et arrête le fonctionnement de la pompe P. Au fur et à mesure que le fluide avance à travers le collecteur 10 et les capteurs 74, il pousse l'air en avant jusqu'au réservoir intermédiaire 58. Quand la pompe est arrêtée, un clapet de retenue 62 empêche le fluide 54 de revenir dans le réservoir d'emmagasinage 56. Dans un système fermé, tel que celui représenté, l'air déplacé a tendance à revenir vers le haut dans une direction opposée à celle dans laquelle il a été déplacé. Pour empêcher ce phénomène, un moyen 28 d'emprisonnement d'air situé à proximité de l'ouverture de sortie 12b de l'enveloppe extérieure 12 de la rangée supérieure de capteurs empêche l'air de pénétrer dans l'ouverture

de sortie 12b mentionnée ci-dessus, en prévenant ainsi un effet de siphonage qui évacuerait le fluide de la dernière rangée de capteurs jusqu'au réservoir intermédiaire 58 avant qu'il n'ait été chauffé et par un chemin non voulu dans le système. Le  
5 moyen 28 d'emprisonnement d'air bloque l'écoulement de l'air à une hauteur plus grande que la partie supérieure de l'enveloppe intérieure 14 de la dernière rangée de capteurs, comme on peut mieux le voir sur la figure 6. Le moyen 28 d'emprisonnement d'air peut être une cloison intérieure, comme représenté,  
10 ou bien simplement un tube en "U" inversé (non représenté). Lorsque l'on utilise une canalisation de purge 30 ou un orifice d'aération (non représenté), on peut avoir recours à un dispositif unique combinant le moyen 28 d'emprisonnement d'air et la canalisation de purge 30 ou l'orifice d'aération.

15 Le volume de fluide est chauffé par l'énergie solaire jusqu'à ce qu'une température prédéterminée, mesurée par le détecteur de température 50, soit atteinte. Le détecteur 50 de température est de préférence placé au sommet ou près du sommet d'un ou de plusieurs des capteurs 74 de la dernière  
20 rangée de capteurs. Le détecteur 50 de température peut être réglé sur n'importe quelle température inférieure à la température d'ébullition (100°C au niveau de la mer) dans le cas des systèmes dont le fluide n'est pas sous pression et qui sont utilisés pour la plupart des applications domestiques, et à environ 121°C dans le cas des systèmes dont le fluide  
25 est sous pression et qui sont utilisés dans les applications industrielles. En outre, le détecteur de température ou thermistance 50 permet de fixer une limite supérieure de température, par exemple environ 149°C, à laquelle tout le système est mis hors fonction. Cette mesure de sécurité a pour but  
30 d'empêcher le pompage du fluide froid dans les capteurs à des températures élevées susceptibles d'entraîner une fracture des capteurs sous l'effet des tensions. Les températures aussi élevées peuvent être atteintes quand le fluide a été évacué  
35 des capteurs 74 soit par suite d'un mauvais fonctionnement, soit du fait de la conception même du système à des fins d'entretien ou de maintenance. Il peut être tenu compte d'une différence de température entre les capteurs 74 de la dernière rangée et le réservoir d'emmagasinement 56. Toutefois, un système

à différence de température n'est pas aussi précis qu'un système utilisant un seul détecteur 50.

Quand la température prédéterminée est atteinte, l'électrovalve 48 est actionnée de manière à s'ouvrir pour  
5 permettre au fluide chauffé de s'écouler par gravité dans le réservoir d'expansion 58 par l'intermédiaire du conduit 94. La canalisation de purge 30 débouche dans l'atmosphère dans le cas d'un système dont le fluide n'est pas sous pression ou bien communique avec le réservoir d'expansion 58 dans le cas d'un  
10 système dont le fluide est sous pression, et facilite l'évacuation du fluide en réduisant la tension superficielle du fluide, laquelle pourrait, sans cela, retarder ou empêcher l'évacuation. Dans une variante, le conduit 96b peut avoir un diamètre suffisant pour empêcher la formation d'une tension superficielle  
15 élevée et éliminer, de ce fait, le besoin de la canalisation 30 de purge. L'évacuation du fluide commence à partir de l'ouverture d'entrée 12a de l'enveloppe extérieure 12 de la première rangée de capteurs. Le volume de fluide qui est le dernier à pénétrer dans le collecteur 10 est le premier à être  
20 évacué de ce dernier de sorte que, pendant l'évacuation, la dernière rangée est la première à être vidée, suivie en cela par la rangée suivante, et ainsi de suite jusqu'à ce que la première rangée soit vidée. Le détecteur 42, quand il détecte une absence d'écoulement de fluide, remet en fonction la pompe  
25 P et ferme l'électrovalve 48 de manière à commencer un autre cycle du fonctionnement en mode intermittent. Le fluide chauffé présent dans le réservoir intermédiaire 58 s'écoule jusqu'au sommet du réservoir d'emmagasinage 56 de manière à former une couche supérieure de fluide chauffé. Dans un système fermé,  
30 un échangeur 60 de chaleur, placé à l'intérieur du réservoir d'emmagasinage 56 dans la région de la couche de fluide chauffé, permet un transfert d'énergie (chaleur) jusqu'à un réchauffeur d'eau classique (non représenté) auquel est raccordé l'échangeur de chaleur 60. Dans un système ouvert, le réservoir d'emmagasinage 56 peut être un réchauffeur d'eau classique, ce qui  
35 supprime la nécessité d'un échangeur de chaleur 60 et permet à un utilisateur de soutirer directement du réservoir d'emmagasinage le fluide chaud en vue de sa consommation. Un tel

5 système sans échangeur de chaleur exige un réapprovisionnement en fluide, ce qui introduit dans le système des quantités supplémentaires d'agents corrosifs comprenant l'oxygène et des sels. Un indicateur ou détecteur de pression 52 placé dans la région supérieure du réservoir intermédiaire 58 assure une sécurité vis-à-vis des conditions d'ébullition en faisant cesser la pression dans le système. L'indicateur ou détecteur de pression 52 peut être une soupape de surpression ou bien peut couper l'alimentation de la pompe du système.

10 Pendant un jour ensoleillé, le nombre de cycles remplissage-évacuation peut atteindre 12 ou 14 et lors d'un jour extrêmement nuageux, un cycle seulement peut avoir lieu. De toute façon, les besoins en énergie de force motrice sont faibles étant donné que le collecteur 10 et les capteurs se remplissent très rapidement et se vident rapidement, cela sur commande, en maintenant ainsi faible la consommation d'énergie. De plus, en disposant le réservoir intermédiaire 58 au voisinage immédiat de la rangée la plus basse et juste en-dessous de cette rangée, spécialement dans les immeubles de grande hauteur, on obtient un niveau d'eau élevée. Ce niveau d'eau élevée qui maintient un volume d'eau sensiblement égal à celui qui est pompé, contribue à réduire les besoins en énergie de la pompe en exerçant une pression sur l'eau du réservoir d'emmagasinement 56 pendant le pompage. Toutefois, dans le cas d'immeubles de faible hauteur, le réservoir intermédiaire 58 peut être facultatif. En fait, la présente invention procure un système extrêmement efficace étant donné que l'énergie calorifique obtenue à partir de l'énergie solaire n'est pratiquement pas réduite par la consommation en énergie nécessaire pour faire fonctionner le système.

30 Quand le crépuscule approche, la cellule photo-électrique 44 coupe le courant électrique d'alimentation et/ou arrête la pompe P et ouvre l'électrovalve 48 pour évacuer le système jusqu'aux jours suivants. Des trous d'évacuation 24 se trouvant sur le côté inférieur des chemises intérieures 14 permettent au fluide d'évacuer totalement les tubes de trop-plein 26 et les enveloppes intérieures afin d'assurer la sécurité contre les conditions de gel.

Le réservoir intermédiaire 58 laisse voir en 66 le niveau du fluide lorsque les capteurs 74 ont été évacués, et en 68 le niveau du fluide lorsque les capteurs 74 ont été remplis, en indiquant ainsi que seule une partie du fluide du

5 système complet est chauffée pendant un cycle particulier. Le réservoir intermédiaire 58 contribue à réduire la pression de la colonne de fluide par le fait qu'il se trouve juste en-dessous du niveau de la première rangée de capteurs, en réduisant ainsi les besoins en force motrice pour remplir les  
10 capteurs 74. Le réservoir 58 a une capacité volumique supérieure à celle du fluide se trouvant dans le collecteur 10, les capteurs 74, les tuyaux de raccordement 36 et les conduits 96a, 96b et 94, de manière à permettre une dilatation du fluide lors du chauffage.

15 Un mode fonctionnement en continu peut également être utilisé avec le collecteur 10 de la présente invention bien que le mode de fonctionnement en discontinu décrit ci-dessus soit préféré. Dans le cas d'un mode de fonctionnement en continu, on ne bénéficie pas de la plupart des avantages  
20 obtenus dans le mode de fonctionnement en discontinu. Toutefois, l'utilisateur a la possibilité du choix de fonctionnement avant ou après l'installation. S'il choisit initialement d'utiliser un mode en continu, l'appareil comprenant les détecteurs 40 et 42, le clapet de retenue 62, le solénoïde 48 et le conduit 94  
25 sont supprimés du système représenté sur la figure 1. Toutefois, ultérieurement, l'utilisateur peut inclure les appareils supprimés et transformer le système en vue d'un mode de fonctionnement en discontinu. Inversement, si l'utilisateur installe le système en vue d'un mode de fonctionnement en discontinu  
30 et désire utiliser un mode de fonctionnement en continu, les appareils mentionnés ci-dessus peuvent être mis hors circuit ou enlevés du système.

Une représentation plus détaillée du collecteur 10 et des capteurs 74 qui sont fixés de façon amovible aux  
35 enveloppes extérieures 12 est donnée sur les figures 2-4. Des enveloppes extérieures 34 se présentant sous la forme de segments et comportant une partie supérieure fileté 34a formant raccord sont assemblées par des moyens appropriés, par exemple par

brasage ou à l'aide d'accouplements 38, de manière à former la longue enveloppe extérieure 12. Des réceptacles ouverts 20 sont formés par la partie de raccord 34a en vue de recevoir les capteurs tubulaires 74 et d'un montage étanche de ces capteurs sur cette partie. Les réceptacles 20 comprennent une bague filetée 72 et un joint torique 70 logé dans la partie intérieure supérieure de la bague 72 de manière à constituer un moyen d'étanchéité autour de l'extrémité inférieure des capteurs tubulaires 74. Un premier étage et un second étage de capteurs tubulaires 74 à l'état monté sont représentés sur la figure 2, les tubulures de raccordement 36 assurant une communication entre ces étages. Un conduit 96a communique avec l'enveloppe extérieure 12 par l'intermédiaire d'une ouverture d'entrée 12a du premier étage et un conduit 96b communique avec l'enveloppe extérieure 12 par l'intermédiaire d'une ouverture de sortie 12b du second étage. Le nombre d'étages ne constitue pas une limitation pour la présente invention et c'est pourquoi on a représenté en traits mixtes un n<sup>ième</sup> étage pour des raisons de clarté.

Les capteurs tubulaires 74 utilisés avec le collecteur 10 sont de préférence en verre et comprennent chacun un tube de recouvrement extérieur 76 et un tube absorbeur intérieur 78 comportant une extrémité fermée 78b et une extrémité ouverte 78a. Le tube de recouvrement 76 s'étend au-delà de l'extrémité fermée 78b du tube absorbeur 78 et est fermé à son extrémité 80. Le tube absorbeur 78 est pourvu d'un revêtement 86 d'une matière qui absorbe sélectivement l'énergie solaire directement à partir des rayons solaires. Un espace annulaire 84 sépare le tube de recouvrement 76 du tube absorbeur 78, et les tubes 76,78 sont réunis à proximité de l'extrémité ouverte 78a du tube absorbeur 78 de manière à former un joint étanche 82. L'espace annulaire 84 est mis sous vide ou sous une pression inférieure à la pression atmosphérique de manière à réduire les pertes d'énergie (chaleur) se produisant à partir du capteur par conduction et par convection. Un support élastique 90 est engagé dans l'extrémité fermée 78b du tube absorbeur 78 pour contribuer à stabiliser la position de l'extrémité supérieure du tube absorbeur 78. Un getter 88 en baryum, monté sur le support élastique 90, peut être inclus pour éliminer les traces de gaz dans l'espace

annulaire 84 mis sous vide.

Un collet ou bourrelet 92 s'étend circonférenciellement autour du tube de recouvrement 76 à proximité du joint d'étanchéité 82 et constitue un moyen pour que le joint torique  
5 70 porte de façon étanche contre le capteur tubulaire 74 quand il est comprimé par la bague 72 autour de la partie de raccord fileté 34a de l'enveloppe extérieure 34. Ces détails apparaissent plus clairement sur la figure 4.

Pour assembler le collecteur 10, on dispose l'enveloppe  
10 intérieure 14 avec son chapeau d'extrémité 32 sur une de ses extrémités à l'intérieur de l'enveloppe extérieure globale 32 formée d'une multiplicité d'enveloppes extérieures individuelles 34. L'enveloppe intérieure 14 est disposée de manière que les  
15 trous d'évacuation 24 se trouvent sur le côté inférieur et soient espacés des trous 18 se trouvant sur le côté supérieur. On dispose une virole 22, ou autre moyen approprié, à l'intérieur de chacun desdits trous espacés 18 en vue d'un assemblage avec  
le tube de trop-plein 26. Après la mise en place des tubes de trop-plein 26 dans les viroles 22, on dispose les capteurs  
20 tubulaires 74 dans les réceptacles 20, après quoi on visse la bague filetée 72 pour comprimer le joint torique 70 contre le bourrelet 92 et contre le tube de recouvrement 76 du capteur tubulaire 74.

Le chapeau d'extrémité 32 a pour double fonction  
25 de fermer une des extrémités 14b de l'enveloppe intérieure 14 et de supporter cette dernière dans une position surélevée pour empêcher les trous d'évacuation 24 de se trouver trop près de la paroi intérieure de l'enveloppe extérieure 12 en évitant ainsi que l'écoulement du fluide soit gêné pendant l'évacuation.  
30 Un volet articulé (non représenté) peut être utilisé à la place du chapeau d'extrémité 32 pour faciliter l'évacuation, ce volet se trouvant en position fermée lorsque le fluide 54 est pompé dans l'enveloppe extérieure 12 et dans une position  
ouverte lors de l'évacuation. Le chapeau d'extrémité 32 et le  
35 trou d'évacuation 24 de la chemise intérieure 14 sont représentés plus clairement sur les figures 3 et 5 où le diamètre extérieur du chapeau d'extrémité 32 est suffisamment grand et repose sur la surface intérieure inférieure de l'enveloppe

extérieure 12. Plus particulièrement, dans le mode de réalisation représenté, le chapeau d'extrémité 32 repose sur la surface intérieure inférieure du raccord 38 à l'intérieur d'une enveloppe extérieure individuelle 34.

5 En se référant aux figures 2 et 6, on voit que l'on y a représenté un des modes de réalisation d'un moyen 28 d'emprisonnement d'air pour que l'on comprenne plus clairement la relation qui existe entre le passage 100 d'air et l'enveloppe intérieure 14. Le moyen 28 d'emprisonnement d'air se présente  
10 sous la forme d'une cloison logée sans jeu à l'intérieur d'un raccord de dilatation 98 et dont la surface supérieure se trouve au-dessus de la partie supérieure de la chemise intérieure 14. L'air qui peut circuler latéralement ou vers le haut est donc emprisonné, c'est-à-dire ne peut pas pénétrer dans la  
15 chemise intérieure 14. Quand le système de captage d'énergie solaire est en fonctionnement, pendant que le fluide est pompé dans le système, l'air est refoulé devant le fluide et pénètre dans le conduit 96b. Quand la pompe P est mise hors fonction par le détecteur 40 d'écoulement, l'air déplacé tend à revenir  
20 vers le niveau le plus élevé dans le système, c'est-à-dire les extrémités supérieures des capteurs 74 où il ne doit pas venir. Le moyen 28 d'emprisonnement d'air agit comme une barrière et empêche le retour de l'air à travers l'enveloppe intérieure 14, ce qui, à son tour, a pour effet de maintenir le fluide dans  
25 les extrémités supérieures des capteurs 74 où il est chauffé par le soleil. Si le système ne comportait pas de moyen 28 d'emprisonnement d'air, le dernier étage serait au moins partiellement vide de fluide, ce qui diminuerait l'efficacité de ce système. Cette disposition constructive protège également les  
30 capteurs 74 en verre contre le risque d'un choc thermique lors d'un remplissage étant donné que ces capteurs 74 se trouveraient à des températures beaucoup plus élevées que les capteurs dans lesquels se trouverait déjà du fluide.

Le collecteur 10 selon la présente invention est  
35 utilisé de préférence dans un système étagé tel que celui représenté, dans lequel on utilise des volumes de fluide important au cours de chaque cycle "remplissage-évacuation". Toutefois, dans le cas où de faibles capacités sont nécessaires, un seul



étage de capteur tubulaire 74 peut être utilisé avec un collecteur 10, les capteurs 74 étant remplis de façon sensiblement simultanée comme dans l'agencement à étages. On peut augmenter le nombre de capteurs 74 pour obtenir un étage de grande  
5 longueur mais le remplissage correct du nombre accru de tubes demanderait une puissance plus grande en ce qui concerne la pompe P. Dans le cas d'étages de capteurs 74 ayant une grande longueur, une contre-pression peut apparaître et on peut être confronté à de longues durées de remplissage et à de longues  
10 durées d'évacuation.

Le système selon la présente invention est conçu de manière à réduire notablement le temps de remplissage et d'évacuation. D'une façon générale, il est souhaitable que le temps total nécessaire pour évacuer et remplir de nouveau les  
15 capteurs 74 soit inférieur à 10 minutes environ et il est préférable que ce temps soit inférieur à environ 5 minutes. Cette condition est particulièrement importante pour les agencements à étages contenant un volume élevé de fluide et dans lesquels le fluide arrivant en dernier est le premier à  
20 être évacué, de sorte que le temps total d'absence de fluide dans l'étage supérieur est la somme du temps d'évacuation et du temps de nouveau remplissage. Par temps clair et ensoleillé, un capteur tubulaire vide 74 peut atteindre les températures supérieures à 149°C après environ 10 minutes. Bien que les  
25 capteurs puissent supporter des températures d'environ 371-427°C, l'arrivée d'un fluide froid peut provoquer, du fait des tensions engendrées, une fracture des capteurs se trouvant à des températures bien supérieures à 149°C.

On peut fabriquer une chemise extérieure simplifiée  
30 12 à partir d'une tubulure appropriée de longueur voulue en formant dans la partie supérieure de cette tubulure des trous 16 destinés à recevoir des réceptacles 20 ou autres moyens appropriés (non représentés) destinés au montage étanche des capteurs 74. On peut réaliser l'enveloppe intérieure 14 à  
35 l'aide d'une tubulure appropriée comportant des trous 18 dans sa partie supérieure, au moins un trou d'évacuation 24 dans sa partie inférieure, et au moins une extrémité fermée 14b. Cette tubulure peut être en métal, comme par exemple du cuivre,

spécialement dans le cas des systèmes à fluide sous pression ou bien en plastique, comme par exemple du chlorure de polyvinyle, spécialement dans le cas des systèmes dans lesquels le fluide n'est pas sous pression.

5 Il est bien entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre purement illustratif et non limitatif et que des variantes ou des modifications peuvent y être apportées dans le cadre de la présente invention.

## REVENDEICATIONS

1. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire, ce collecteur reliant une multiplicité de capteurs d'énergie solaire tubulaires les uns aux autres, en parallèle, de manière à former une rangée ou étage de capteurs, et raccordant en outre une multiplicité de rangées ou étages de capteurs les uns aux autres, en série, de manière à former un agencement à plusieurs rangées ou étages, le collecteur susvisé étant caractérisé par le fait qu'il comprend :
- 5
- 10 (a) une multiplicité d'enveloppes extérieures (12) fermées, chaque enveloppe comportant des ouvertures d'entrée (12a) et de sortie (12b) pour le transfert d'un fluide (54) dans un sens déterminé sous l'effet d'une pression et en sens opposé sous l'effet de la gravité, lesdites enveloppes extérieures comportant une multiplicité de trous espacés (16) d'un diamètre approprié destinés à recevoir lesdits capteurs tubulaires (74) pour leur montage sur la partie supérieure desdites enveloppes extérieures, et lesdites enveloppes extérieures étant disposées de façon sensiblement horizontale et espacée de manière à former ledit agencement à
- 15
- 20 plusieurs étages ;
- (b) une multiplicité de réceptacles (20) disposés autour desdits trous espacés sur ladite partie supérieure desdites enveloppes extérieures en vue du montage étanche de chacun desdits capteurs tubulaires ;
- 25
- (c) une multiplicité d'enveloppes intérieures (14) dont une se trouve à l'intérieur de chacune desdites enveloppes extérieures, lesdites enveloppes intérieures comportant une multiplicité de trous espacés (18) à leur partie supérieure et en alignement avec lesdits trous (16) desdites enveloppes extérieures (12), lesdites
- 30
- enveloppes intérieures comportant chacune au moins un trou d'évacuation (24) sur leur partie inférieure ainsi qu'une extrémité fermée (14b) et une extrémité ouverte (14a), ladite extrémité ouverte étant fixée de façon étanche à ladite ouverture de sortie (12b) de ladite enveloppe extérieure (12) de manière à
- 35
- former une liaison ou raccordement ;
- (d) une multiplicité de viroles (22) logées dans chacun desdits trous (18) sur ladite partie supérieure desdites enveloppes intérieures (14) ;

(e) une multiplicité de saillies tubulaires (26) qui s'étendent vers le haut et qui comportent une extrémité ouverte logée à l'intérieur desdites viroles (22), passent à travers lesdits réceptacles (20) et s'étendent sensiblement sur la longueur desdits capteurs (74) avec leur autre extrémité ouverte adjacente à l'extrémité fermée dudit capteur quand lesdits capteurs sont montés de façon étanche sur lesdits réceptacles ;

(f) une multiplicité de tubulures de raccordement (36) dont chacune comporte une extrémité raccordée à ladite liaison et dont l'autre extrémité est raccordée à une ouverture d'entrée (12a) d'une autre desdites enveloppes extérieures (12) de sorte que lesdits étages ou rangées de capteurs sont en communication ouverte ; et

(g) un moyen d'emprisonnement d'air (28) situé à proximité de ladite ouverture de sortie de ladite dernière enveloppe extérieure dudit agencement à plusieurs étages, de manière à empêcher un effet de siphonage lorsque ladite pression est supprimée, de sorte que ledit fluide reste tel quel dans ledit collecteur jusqu'à ce qu'il soit libéré sur commande ; grâce à quoi lorsque le fluide est introduit sous pression dans une desdites ouvertures de la première enveloppe extérieure dudit agencement à plusieurs étages, ledit fluide se prête à une circulation sous pression dans un sens déterminé à travers lesdits capteurs tubulaires en parallèle, et à travers lesdits étages de capteurs en série, et se prête en outre à une évacuation, par gravité, en sens inverse et sur commande.

2. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les trous d'évacuation (24) précités se trouvant sur lesdites parties inférieures desdites enveloppes intérieures (14) ont des dimensions suffisantes pour permettre audit fluide d'être évacué complètement, par gravité, desdites saillies tubulaires (26) et desdites enveloppes intérieures mais ont des dimensions insuffisantes pour interrompre l'écoulement sous pression dudit fluide à l'intérieur desdites enveloppes intérieures.

3. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant le revendication 1, caractérisé par le fait que ledit moyen d'emprisonnement d'air (28) comprend une tubulure

extérieure en forme de U inversé dont la surface inférieure se trouve à une hauteur plus grande que la surface supérieure de ladite enveloppe intérieure.

5 4. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit moyen d'emprisonnement d'air (28) comprend une cloison intérieure en forme de disque comportant une partie échancrée supérieure, ladite partie échancrée se trouvant à une hauteur plus grande que la surface supérieure de ladite enveloppe intérieure.  
10

5. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend, en outre, un orifice d'aération dans ladite tubulure de raccordement (36) plus grande à quelque distance de ladite ouverture de sortie de ladite enveloppe extérieure dudit dernier étage, de manière à réduire la tension superficielle du fluide dans ladite tubulure de raccordement plus grande lorsque ledit fluide est évacué dudit collecteur.  
15

20 6. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdites enveloppes extérieures (12) dudit collecteur sont légèrement inclinées par rapport à l'horizontal de manière à faciliter une évacuation sensiblement complète dudit fluide.

25 7. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite extrémité fermée (14b) de ladite enveloppe intérieure (14) est un chapeau d'extrémité (32) ayant un diamètre extérieur suffisamment large pour reposer sur la surface intérieure inférieure de ladite enveloppe extérieure (12) afin d'empêcher lesdits trous d'évacuation (24) de ladite enveloppe intérieure (14) d'être  
30 obstrués.

8. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite extrémité fermée de ladite enveloppe intérieure est un  
35 moyen d'obturation d'extrémité articulé à ladite extrémité fermée de manière que ledit fluide, lorsqu'il circule sous pression, ferme ledit moyen d'obturation d'extrémité et que, lorsqu'il circule sous l'action de la gravité, il ouvre ledit moyen d'obturation d'extrémité.

9. Collecteur pour appareil de captage d'énergie solaire suivant la revendication 1, cet appareil comprenant (a) un réservoir d'eau pour une alimentation en fluide ; (b) un échangeur de chaleur ; (c) des capteurs d'énergie solaire tubulaires ; (d) ledit collecteur pour transférer un fluide vers et depuis lesdits capteurs ; (e) des détecteurs de température pour une régulation lorsque ledit transfert a lieu pendant le fonctionnement ; (f) une cellule photo-électrique pour déclencher ledit transfert de fluide et pour mettre fin à ce transfert ; (g) un moyen formant valve pour arrêter l'écoulement du fluide ; (h) un moyen formant pompe pour déplacer ledit fluide ; (i) une tubulure de raccordement pour assurer un circuit audit fluide, le collecteur susvisé étant caractérisé par le fait qu'il assure un fonctionnement en mode discontinu pendant les heures diurnes de manière à réduire la consommation d'énergie et arrêtant le fonctionnement pendant les heures nocturnes avec une évacuation très rapide et complète, par gravité, en vue d'un fonctionnement qui ne soit pas affecté par les conditions de gel et les conditions d'ébullition, ledit collecteur reliant une multiplicité de capteurs d'énergie solaire tubulaires les uns aux autres, en parallèle, de manière à former une rangée ou étage de capteurs et raccordant en outre une multiplicité d'étages de capteurs les uns aux autres, en série, de manière à former un agencement à plusieurs étages, grâce à quoi ledit fluide peut être introduit sous pression dans une desdites ouvertures de la première enveloppe extérieure dudit agencement à plusieurs étages, de manière à remplir de façon sensiblement simultanée tous lesdits capteurs tubulaires (74) montés sur ladite première enveloppe extérieure (12) jusqu'à ce que ledit fluide déborde dans lesdites saillies tubulaires (20) pour pénétrer dans ladite enveloppe intérieure (14) de ladite première enveloppe extérieure afin de parvenir auxdits étages supplémentaires de capteurs, successivement, ledit fluide pouvant être libéré sur commande, par gravité, c'est-à-dire s'écouler en sens inverse.

10. Procédé pour capter l'énergie solaire par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur dans un système à collecteur selon la revendication 9, à mode de fonctionnement discontinu pendant les heures diurnes avec arrêt complet de

l'installation pendant les heures nocturnes ; ledit procédé étant caractérisé par le fait qu'il consiste :

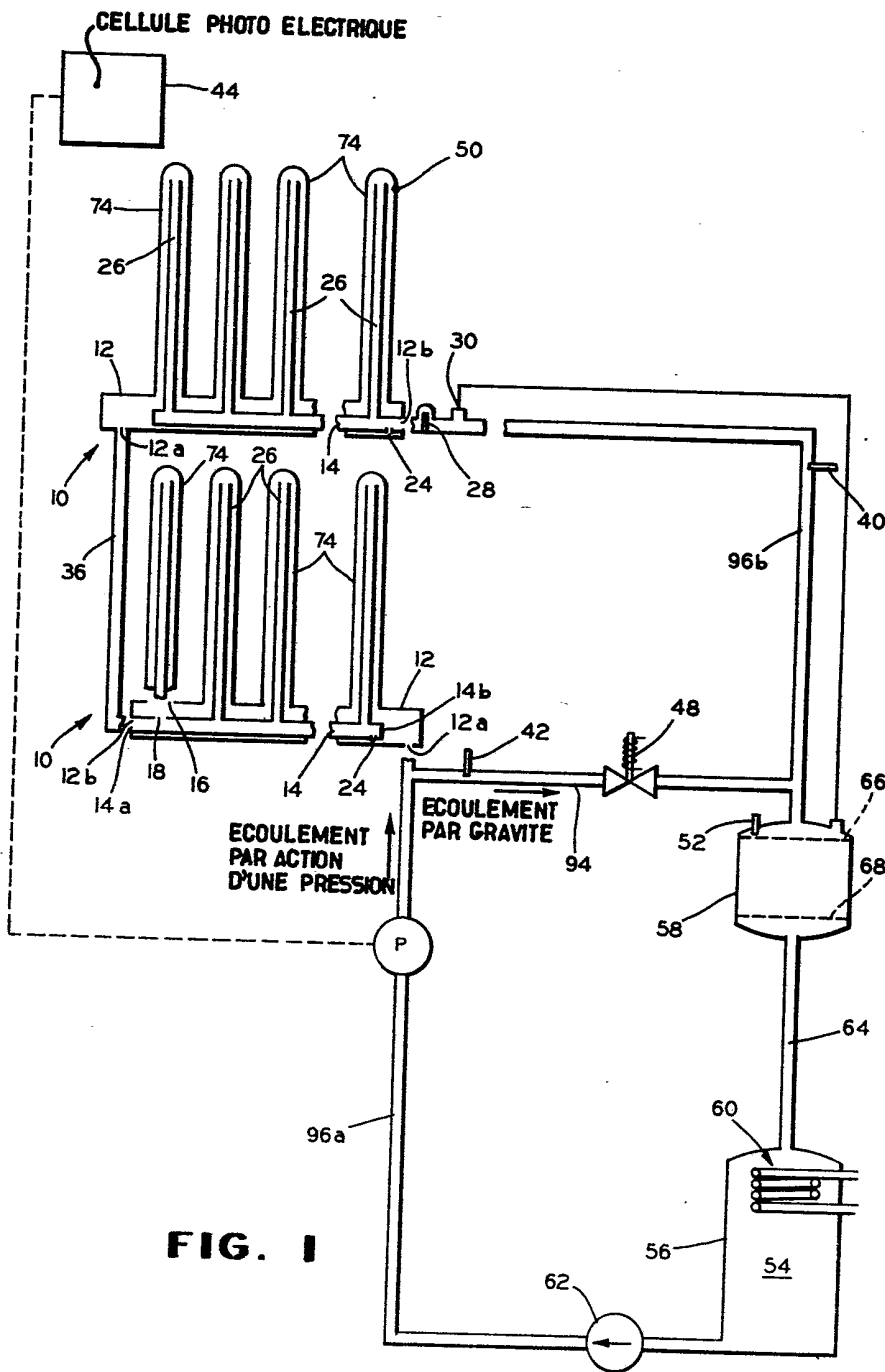
- (a) à déclencher le système à l'aube au moyen d'une cellule photo-électrique qui met en fonction une pompe pour transférer le  
5 fluide froid d'un réservoir d'emmagasinement jusqu'à un collecteur;
- (b) à transférer ledit fluide froid sous pression dans un sens donné à travers un collecteur de manière à remplir un étage ou rangée de plusieurs capteurs tubulaires, en parallèle, puis à remplir une multiplicité d'étages de capteurs tubulaires, en  
10 série ;
- (c) à détecter ledit écoulement de fluide froid sortant dudit dernier étage de manière à mettre hors fonction ladite pompe et à localiser ledit fluide froid dans les capteurs et dans le collecteur ;
- 15 (d) à permettre audit fluide froid d'être chauffé jusqu'à une température prédéterminée par le soleil ;
- (e) à mettre en fonction un moyen formant valve lorsqu'il atteint la température prédéterminée de manière à ouvrir un conduit s'étendant à partir du premier étage ;
- 20 (f) à évacuer ledit fluide chaud, par gravité, des capteurs et du collecteur par l'intermédiaire du conduit s'étendant à partir du premier étage jusqu'à un réservoir d'expansion ou réservoir intermédiaire monté en série avec le réservoir d'emma-  
25 gasinage de telle sorte que ledit fluide chaud pénètre dans la partie supérieure dudit réservoir et s'y stratifie ;
- (g) à détecter l'absence d'écoulement dudit fluide chaud dans ledit conduit de manière à mettre hors fonction ledit moyen formant valve dans ledit conduit et à le fermer et à remettre en fonction ladite pompe pour transférer de nouveau du fluide  
30 depuis le réservoir d'emmagasinement jusqu'au collecteur et au capteur pour un autre cycle de chauffage ;
- (h) à détecter les conditions de dépassement de température et de dépassement de pression pour protéger le système contre les conditions d'ébullition ; et
- 35 (i) à arrêter le fonctionnement du système au crépuscule à l'aide de la cellule photo-électrique de manière à évacuer complètement ledit fluide collecteur et desdits capteurs par l'intermédiaire du conduit s'étendant à partir du premier étage jusqu'au réservoir d'expansion et ensuite jusqu'au réservoir

d'emmagasinage précité ; grâce à quoi ledit procédé permet d'obtenir un système à fonctionnement discontinu permettant une transformation contrôlée d'énergie solaire en énergie calorifique ainsi qu'un système à fonctionnement sûr à l'épreuve des conditions de gel et des conditions d'ébullition.

5 11. Procédé suivant la revendication 10, caractérisé par le fait qu'il consiste, en outre, à mettre sous pression ledit système pour répondre à des besoins de température plus élevée.

10 12. Procédé suivant la revendication 10, caractérisé par le fait qu'il consiste, en outre, à prélever ladite énergie solaire captée à l'aide d'un échangeur de chaleur placé dans ladite partie supérieure dudit réservoir d'emmagasinage et raccordé à un réchauffeur d'eau domestique.





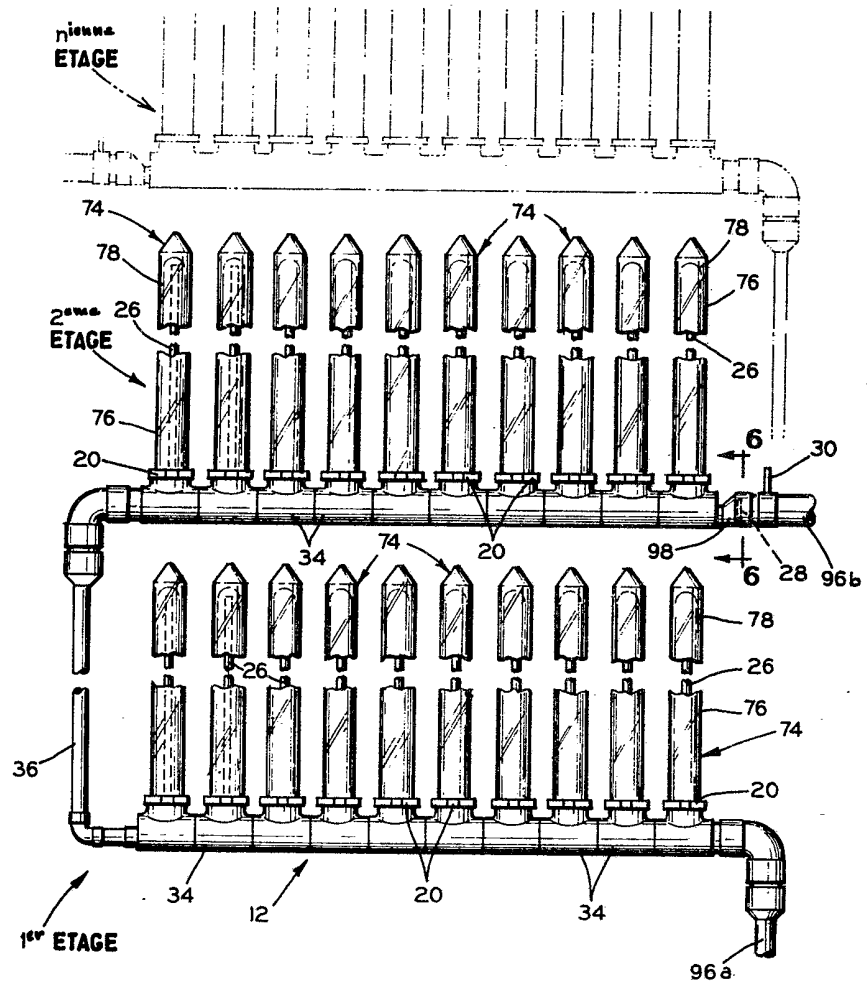


FIG. 2

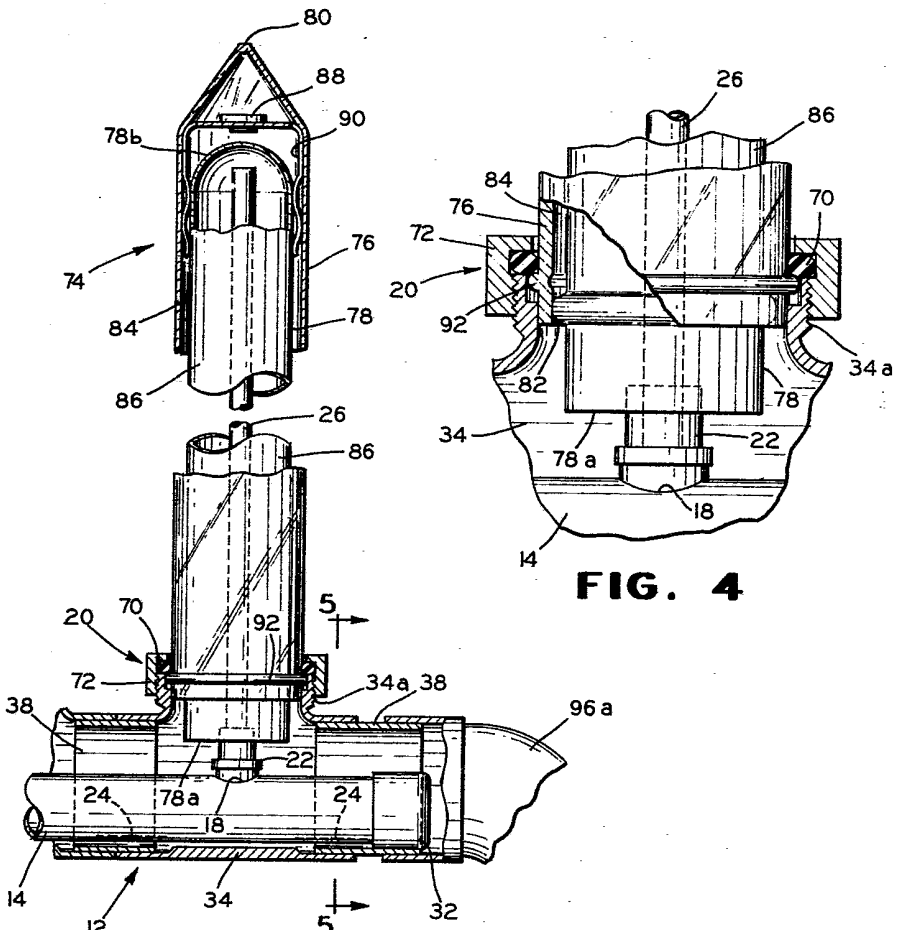


FIG. 4

FIG. 3

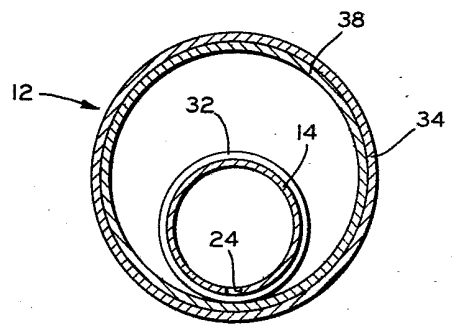


FIG. 5

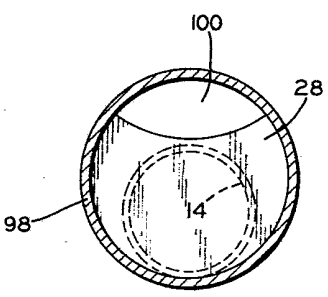


FIG. 6