

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 07257

(54) Echangeur de chaleur à milieu de stockage de chaleur.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 28 C 3/00; F 24 H 7/02; F 24 J 3/02.

(22) Date de dépôt..... 10 avril 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° 41 du 15-10-1982.

(71) Déposant : Association dite : GRADIENT, résidant en France.

(72) Invention de : Gérard Antonini, Maurice Gelus, Gérard Guiffant et Jean-Pierre Pain.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Boettcher,
23, rue La Boétie, 75008 Paris.

L'invention a pour objet un dispositif d'échange de chaleur entre un milieu de stockage de chaleur et un milieu fluide caloporteur de densités différentes.

L'accumulation d'énergie thermique est nécessaire
5 dans tout dispositif visant à récupérer des énergies de bas niveau, par nature intermittentes. Cette accumulation peut jouer non seulement le rôle de source autonome d'énergie thermique mais aussi de régulation du niveau de sa température d'utilisation dans le cas d'un stockage par chaleur
10 latente, tout en diminuant de façon substantielle les volumes de stockage par rapport aux stockages par chaleur sensible.

Les paraffines, en tant que milieu de stockage par chaleur latente, ont été souvent envisagées jusqu'ici. Ceci parce que les paraffines sont des composés organiques rela-
15 tivement peu coûteux et largement répandus sur le marché. De plus, leur point de fusion peut varier entre 25 et 65°C, ce qui permet de fixer le niveau en température de la restitution de la chaleur latente. Enfin, les paraffines ne présentent pratiquement pas de retard à la fusion et ne
20 subissent aucune dégradation de leurs propriétés thermiques après un nombre important de cycles thermiques.

Néanmoins, la faible conductivité thermique des paraffines leur confère une très forte inertie lors des processus d'échange de chaleur avec un fluide caloporteur.
25 Pour pallier cet inconvénient, on peut, soit en augmenter la conductivité thermique, comme proposé par P. DUBOIS et B. HOCHON, in Proc. of Int. E.E.C. Seminar, Bruxelles, 23-25 Octobre 1979, soit, comme proposé par différents auteurs, accroître la surface d'échange entre le fluide caloporteur
30 et le milieu de stockage. Cet accroissement de surface peut être obtenu par utilisation d'échangeurs à ailettes planes immergées dans le milieu de stockage, par fractionnement du matériau lui-même sous forme d'émulsion, par imprégnation sur des grains de petites dimensions ou enfin par encapsulage
35 dans des cylindres ou dans des sphères.

Bien que nous n'ayons encore mis en oeuvre sur paraffine, il peut être également utile de mentionner un procédé, récemment proposé par le Commissariat à l'énergie atomique, de mise en contact direct d'un milieu de stockage avec le
5 fluide caloporteur par fractionnement d'un jet émis à co- ou contre-courant en phase de destockage, puis balayage à travers le lit fixe de gouttelettes solidifiées, en phase de stockage. Ce dispositif, bien que réunissant les deux critères de base en vue d'un bon échange thermique avec la paraffine, à savoir
10 fractionnement et contact direct, présente néanmoins l'inconvénient d'une relative complexité de mise en oeuvre sur le plan pratique.

Tous ces procédés sont coûteux à mettre en oeuvre et ne sont pas d'un rendement optimal, soit en raison d'une
15 préparation techniquement complexe, soit du fait d'une double interface introduite par une cloison, soit par la consommation d'énergie mécanique.

Le but de l'invention est de proposer un nouveau dispositif d'échange de chaleur de structure très simple et
20 économique, facile à mettre en oeuvre, offrant un bon échange de chaleur avec une conductibilité optimale entre les deux milieux et finalement un rapport optimal performance/coût.

Ce but est atteint, selon l'invention, par un dispositif du type décrit au début, grâce au fait qu'il comporte,
25 pour contenir le milieu de stockage de chaleur, une pluralité de puits alvéolaires et, pour la circulation du milieu caloporteur, un canal de circulation communiquant librement avec les ouvertures des puits alvéolaires, respectivement avec la surface libre du milieu de stockage de chaleur.

30 Il est conforme à l'invention que le milieu de stockage de chaleur et le milieu fluide caloporteur soient non miscibles et non solubles l'un dans l'autre, ce qui est déjà connu en soi si le milieu de stockage de chaleur est une paraffine et le milieu fluide caloporteur est de l'eau
35 ou de l'air. Mais l'invention n'est pas limitée aux applications à ces milieux, car on pourra aussi bien l'appliquer

à des milieux de stockage de chaleur constitués par des solutions salines à changement d'état par cristallisation, pourvu qu'ils ne soient ni solubles ni miscibles dans ou avec le milieu caloporteur qui, alors, ne pourrait plus être de l'eau.

- 5 L'invention pourra également s'appliquer à l'utilisation de milieux de stockage par chaleur spécifique (chaleur sensible). Elle n'est pas limitée en température, par exemple, par l'utilisation de métaux fondus ou sels fondus.

- 10 Selon que le milieu de stockage de chaleur est moins dense ou plus dense que le milieu fluide caloporteur, les puits ont leur ouverture dirigée vers le bas ou vers le haut.

- Le but de l'invention est atteint par un dispositif d'échange de chaleur constitué par une enceinte comportant, entre autres, deux parois principales vis-à-vis, du fond
15 d'une desquelles se dressent une pluralité de cloisons d'alvéoles dirigées, sans l'atteindre, vers l'autre cloison, ladite enceinte comportant deux ouvertures, respectivement d'admission et de sortie, pour le fluide caloporteur.

- De ce qui a été dit jusqu'ici de l'invention, on
20 comprend que si on remplit partiellement les alvéoles avec le milieu de stockage de chaleur, celui-ci offrira, à un niveau écarté de l'ouverture des alvéoles, une surface libre fractionnée. Celle-ci offre un contact direct avec le fluide caloporteur qui, par l'effet des parois des alvéoles, viendra
25 lécher par turbulence la surface libre du milieu de stockage de chaleur. Le transfert sera amélioré par l'effet de radiateur des cloisons des alvéoles dans la partie qui dépasse le niveau du milieu de stockage de chaleur. C'est pourquoi il est avantageux que celles-ci soient bonnes conductrices de la chaleur pour faire office de radiateurs.
30

Le dispositif pourra servir directement de capteur solaire si au moins une des parois principales de l'enceinte est vitrée. Il sera alors avantageux que le milieu de stockage de chaleur soit teinté de couleur sombre.

- 35 Selon un mode de réalisation particulier, les parois principales de l'enceinte sont disposées horizontalement, mais une position légèrement inclinée, jusqu'à 30° environ par exemple, n'est pas exclue.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description, qui sera donnée ci-après, uniquement à titre d'exemple, de modes de réalisation de l'invention.

On se reportera à cet effet aux dessins annexés dans lesquels:

- 5 - la fig. 1 est une vue cavalière partiellement éclatée d'un échangeur de chaleur paraffine-eau conforme à l'invention,
- la fig. 2 est une vue semblable à celle de la fig. 1 d'un échangeur de chaleur paraffine-air conforme à
- 10 l'invention,
- la fig. 3 est une vue de détail, à plus grande échelle des puits alvéolaires des échangeurs des fig. 1 et 2,
- la fig. 4 est un schéma explicatif du processus
- 15 d'échange de chaleur dans l'échangeur de la fig. 1, dont on a représenté, à plus grande échelle, une coupe verticale à travers deux alvéoles contigues.

A la fig. 1 un échangeur de l'invention est constitué par une enceinte 1 parallélépipédique rectangulaire

20 comportant deux parois principales vis à vis disposées sensiblement horizontales et parallèles, respectivement une paroi supérieure 2 et une paroi inférieure 3 écartées d'une distance L (voir fig. 4). L'espace interne de l'enceinte 1 est réparti en deux zones, à savoir la zone

25 inférieure 4 dans laquelle n'est disposé aucun obstacle et la zone supérieure 5, dans laquelle l'intérieur de la paroi 2 est tapissé d'un rayonnage 6, de préférence métallique, en nids d'abeilles, tel que représenté à la fig. 3, constituant à partir de la paroi 2 une pluralité de puits alvé-

30 olaires 7 dont les cbisons 8, de hauteur l plus petite que L, se dirigent vers le bas, c'est-à-dire vers la paroi 3, sans atteindre cette paroi, autrement dit en ménageant la zone inférieure 4. Cette zone inférieure 4 constitue canal de circulation 9 pour le fluide caloporteur, qui peut y

35 être admis et évacué par deux ouvertures 10 et 11 du canal de circulation 9, permettant de faire communiquer ce canal avec le circuit de circulation du fluide caloporteur.

Si on se reporte à la fig. 4, celle-ci montre que le fluide caloporteur, ici de l'eau, circule dans la zone 4 constituant canal de circulation 9 de l'ouverture 10 à l'ouverture 11, ou inversement, selon le flux de circulation 12.

5 Les alvéoles 7, de dimension transversale d ont été préalablement remplies, mais partiellement seulement sur une hauteur h inférieure à l , de paraffine 13 jusqu'à un niveau 14 légèrement écarté de l'extrémité libre 15 des cloisons 8 et laissant libre une zone 16 de hauteur $l - h$. La mise

10 en place d'origine se fait en disposant les alvéoles 7 avec leur ouverture dirigée vers le haut. On y coule de la paraffine fondue, qu'on laisse ou fait refroidir jusqu'à solidification avant de retourner l'enceinte dans sa position d'utilisation représentée à la fig. 1, après quoi on

15 raccorde l'enceinte au circuit d'eau. Lorsque, dans les cycles de fusion et solidification de la paraffine, celle-ci est à l'état liquide, elle reste à la surface de l'eau et reste piégée dans les alvéoles 7.

On voit que l'échangeur de l'invention est un véritable

20 table conteneur à surface libre 17 permettant un bon échange par le contact direct (flux ϕ_3), augmenté par l'effet de "puits" thermique joué par les faces latérales (flux ϕ_1). L'extrémité de ces faces joue, de plus, le rôle d'ailette dans l'échange thermique, améliorant donc, dans certaines conditions,

25 les coefficients d'échange, du fait de la recirculation locale 18 ainsi engendrée. Le flux ϕ_2 à travers la paroi 2, bien que purement conducteur, pourra être important si cette paroi est métallique et a une grande conductivité thermique.

On remarque enfin que le mode de stockage à surface

30 libre permet de s'affranchir des problèmes posés par les importantes variations de volume des paraffines lors de changements de phase, variations qui se répercutent dans le dispositif de l'invention par une variation du niveau moyen h de la paraffine 13 dans l'alvéole 7.

35 Selon une variante la paroi 2, au lieu d'être métallique, peut être constituée par une vitre 19, l'échangeur pouvant alors fonctionner directement comme capteur solaire

à circulation d'eau, pourvu que la paraffine soit teintée, par exemple en noir.

A la fig. 2, on a représenté une variante à circulation d'air, dans laquelle, aux dimensions près, la seule
5 différence notable est que le rayonnage 6 en nids d'abeilles est disposé à la partie inférieure de l'enceinte, c'est-à-dire sur la paroi inférieure 3 et que la canalisation 9, avec ses ouvertures 10 et 11, est dans la zone supérieure 20. Pour réaliser un capteur solaire, la paroi 2 pourra
10 être une paroi vitrée 19 et la paraffine sera teintée, en noir par exemple.

L'espace de la zone 4 pourra être entièrement dégagé ou être muni, selon les besoins, de cloisons de guidage de circulation du milieu caloporteur entre les deux ouver-
15 tures 10 et 11, par exemple selon un trajet en serpentin ou selon tout autre mode de répartition du flux de traversée.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'échange de chaleur entre un milieu de stockage de chaleur et un milieu fluide caloporteur de densités différentes, caractérisé en ce qu'il comporte, pour contenir le milieu de stockage de chaleur, une pluralité de puits alvéolaires (7) et, pour la circulation (12) du milieu caloporteur, un canal de circulation (9) communiquant librement avec les ouvertures des puits alvéolaires (7), respectivement avec la surface libre (17) du milieu (13) de stockage de chaleur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le milieu de stockage de chaleur et le milieu fluide caloporteur sont non miscibles et non solubles l'un dans l'autre.

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le milieu de stockage de chaleur est moins dense que le milieu fluide caloporteur, caractérisé en ce que les puits (7) ont leur ouverture dirigée vers le bas.

4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le milieu de stockage de chaleur est plus dense que le milieu fluide caloporteur, caractérisé en ce que les puits (7) ont leur ouverture dirigée vers le haut.

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est constitué par une enceinte (1) comportant, entre autres, deux parois principales (2, 3) vis à vis, du fond d'une desquelles se dressent une pluralité de cloisons (8) d'alvéoles (7) dirigées, sans l'atteindre, vers l'autre cloison, ladite enceinte (1) comportant deux ouvertures (10, 11), respectivement d'admission et de sortie, pour le fluide caloporteur.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'au moins une des parois principales (2, 3) de l'enceinte (1) est vitrée (19).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le milieu de stockage de chaleur est teinté de couleur sombre.

8

8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les parois principales (2, 3) de l'enceinte sont disposées horizontalement.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les cloisons (8) des puits alvéolaires (7) sont en matériau bon conducteur de la chaleur.

Pl. 1/1

Fig.1

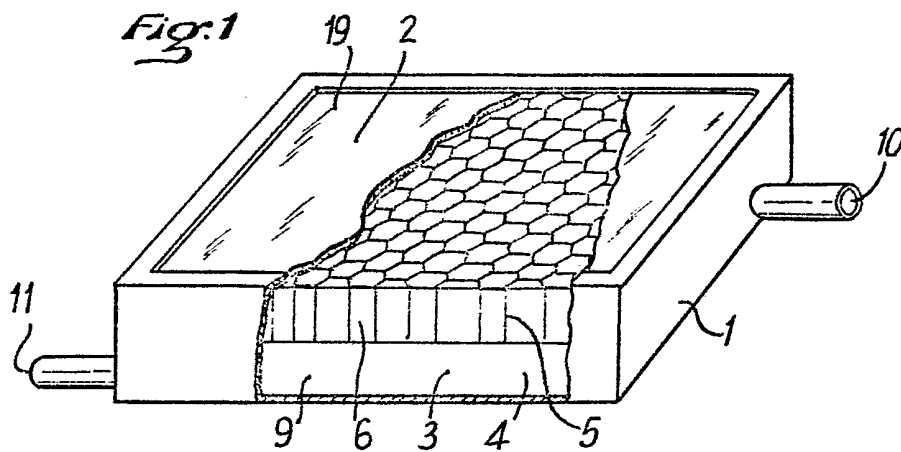


Fig.2

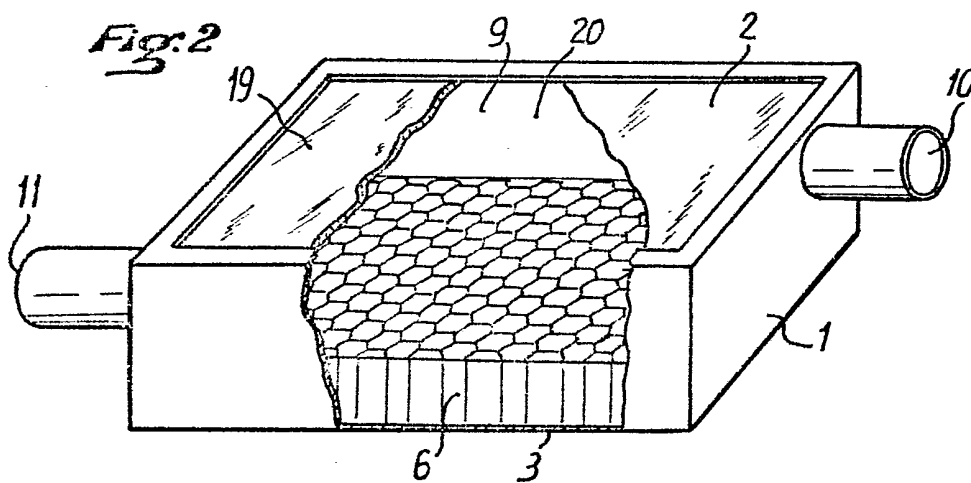


Fig.3

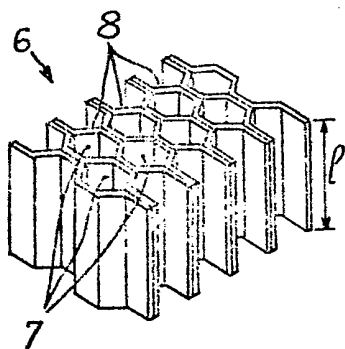


Fig.4

