

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 00259

(54) Echangeurs de chaleur composés de plaques tubulaires extrudées de forme allongée et applications.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 28 D 9/02; A 01 G 9/24; F 24 J 3/02.

(22) Date de dépôt..... 4 janvier 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 28 du 10-7-1981.

(71) Déposant : COMTE Paul et REPETTI René, résidant en France.

(72) Invention de : Paul Comte et René Repetti.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
14, rue Raphaël, 13008 Marseille.

La présente invention a pour objet des échangeurs de chaleur composés de plaques tubulaires extrudées de forme allongée.

Le secteur technique de l'invention est celui de la construction des échangeurs de chaleur utilisables par exemple comme capteurs solaires, comme absorbeurs de chaleur de fermentation de végétaux, comme convecteurs, comme paillages chauffants etc., c'est-à-dire dans des applications à température relativement basse.

On connaît des plaques tubulaires ou alvéolaires en matière plastique transparente ou opaque, notamment des plaques en polycarbonate qui sont extrudées en grandes longueurs. Ces plaques tubulaires sont composées de deux plaques parallèles reliées entre elles par des cloisons perpendiculaires aux plaques qui délimitent avec celles-ci des canaux parallèles.

On a déjà utilisé ces plaques tubulaires pour construire des panneaux isolants grâce à l'air emprisonné dans les canaux. On a également utilisé ces plaques comme échangeurs dans lesquels on fait circuler un liquide caloporteur en équipant les deux extrémités d'une plaque de collecteurs, dans lesquels débouchent les canaux. La demande de brevet FR 79 09816 décrit de tels échangeurs et des applications de ceux-ci, notamment comme capteurs solaires placés sous une couverture de serre, comme tables chauffantes ou comme radiateurs verticaux. Dans ces applications, chaque extrémité d'une plaque est équipée d'un collecteur qui a une section circulaire et qui comporte deux lèvres parallèles dont l'une est tangente à la section circulaire.

Etant donné que ces plaques tubulaires sont extrudées et peuvent être livrées en bobines de très grande longueur, les inventeurs ont cherché des solutions permettant de construire des échangeurs élémentaires de très grande longueur, en évitant que des bulles d'air ne restent prisonnières dans les canaux et ne risquent de freiner la circulation du liquide dans certains canaux et en réduisant au maximum les équipements de chaque échangeur en raccords qui accroissent le coût des échangeurs étant donné que le prix des raccords est relativement élevé par rapport au prix des plaques tubulaires qui constituent un matériau peu onéreux.

Un objectif de la présente invention est de procurer des échangeurs composés de plaques tubulaires de forme allongée, dont la longueur est nettement supérieure à la largeur, par exemple de plaques dont la longueur est au moins égale à dix fois la largeur et peut être de l'ordre de cinquante fois à cent fois la largeur.

Dans le cas d'une couverture de serre par exemple, la longueur L de la serre est généralement comprise entre 40 m et 60 m, tandis que la largeur l des versants est de l'ordre de 3 m à 6 m.

Un objectif de l'invention est de procurer des capteurs solaires qui peuvent être placés sous la couverture de la serre parallèlement à l'axe longitudinal et qui ont une longueur L de l'ordre de 50 m pour une largeur de l'ordre de 0,50 m, donc une longueur égale à cent fois la largeur.

Par rapport à des capteurs disposés selon la ligne de plus grande pente des versants de la toiture, comme l'étaient les capteurs utilisés précédemment, on réduit la longueur des collecteurs et le nombre de raccords dans le rapport $\frac{L}{1}$, c'est-à-dire dans un rapport de l'ordre de 10 ce qui constitue une économie très importante de collecteurs et de raccords qui sont des accessoires dont le prix de fabrication et de montage est élevé par rapport au prix des plaques tubulaires.

La même réduction de coût se retrouve dans de nombreuses applications où l'on doit équiper de panneaux absorbants ou radiants des surfaces rectangulaires de forme allongée, dont la longueur est nettement supérieure à la largeur par exemple dans le cas de capteurs solaires disposés sur des rambardes de balcon ou sur des bandeaux de bâtiment horizontaux, dans le cas de convecteurs de grande longueur ou dans le cas de panneaux chauffants posés sur le sol entre des rangées de plantes, pour constituer des tables chauffantes ou des paillages chauffants.

Un échangeur de chaleur selon l'invention est du type connu comportant, d'une part, une plaque tubulaire extrudée, composée de deux plaques minces reliées entre elles par des cloisons qui délimitent des canaux parallèles et, d'autre part, deux collecteurs qui sont situés le long des deux bords de la plaque perpendiculaires aux canaux et qui ont une section transversale circulaire prolongée par deux lèvres dont l'une est tangente à la section circulaire.

Les objectifs de la présente invention sont atteints au moyen d'échangeurs dans lesquels la plaque tubulaire a la forme d'une bande allongée dont la longueur est parallèle auxdits canaux et en ce que l'un des deux collecteurs est divisé en au moins deux tronçons successifs comportant l'un un conduit d'entrée et l'autre un conduit de sortie d'un liquide caloporteur qui parcourt ledit échangeur suivant un trajet en épingle.

De préférence, le rapport entre la longueur et la largeur de la plaque tubulaire est supérieur à dix. Les conduits d'entrée et de sortie du liquide caloporteur sont situés à l'intérieur d'un secteur ayant une ouverture angulaire de l'ordre de 120° , dont un côté est dans le prolongement de la plaque tubulaire et du même côté de la plaque que le collecteur sur lequel ils se raccordent.

Un échangeur selon l'invention utilisé comme absorbeur d'un capteur

solaire comporte une plaque tubulaire opaque ou noire et l'un des collecteurs est divisé en trois tronçons successifs et les deux tronçons extrêmes sont très courts et comportent tous deux un conduit d'arrivée de liquide caloporteur froid, tandis que le tronçon intermédiaire comporte un conduit de départ de liquide caloporteur chaud, de sorte que le liquide froid circule à grande vitesse dans un sens dans deux bandes étroites situées le long de deux bords longitudinaux de la plaque et revient en sens inverse vers le tronçon intermédiaire en s'échauffant.

Un dispositif selon l'invention pour capter les calories produites par la fermentation ou la combustion lente d'un tas de végétaux comporte des cloisons verticales qui sont enfouies dans le tas de végétaux et chaque cloison comporte une structure facilement démontable, par exemple une structure en tubes d'échafaudages et des échangeurs qui sont supportés par ladite structure et dont une extrémité, qui émerge hors du tas de végétaux, porte lesdits collecteurs qui sont divisés en deux tronçons.

Les collecteurs d'une même cloison qui sont situés hors du tas de végétaux sont connectés entre eux en série.

Un dispositif selon l'invention pour chauffer des rangées de plantes dans une serre ou en plein champ comporte des échangeurs étroits de grande longueur selon l'invention, qui sont posés sur le sol le long des rangées de plantes et les deux conduits d'entrée et de sortie de liquide dans le collecteur qui est divisé en deux tronçons sont connectés, l'un sur un collecteur général aller et l'autre sur un collecteur général retour, dans lesquels circule de l'eau ayant une température comprise entre 15°C et 50°C.

L'invention a pour résultat de nouveaux échangeurs peu onéreux qui sont particulièrement bien adaptés à de nombreuses utilisations nécessitant des surfaces de captage ou de radiation importantes et, plus particulièrement, aux applications dans lesquelles les surfaces peuvent être divisées en bandes de forme allongée ou très allongée, comme par exemple les capteurs solaires disposés sous une couverture transparente de serre ou de bâtiment, ou le long des rambardes de balcons ou sur des bandeaux de bâtiment de forme allongée ou encore les paillages chauffants ou les conduits de forme aplatie et allongée posés sur le sol entre des rangées de plantes, ou les tables chauffantes utilisées dans certaines serres.

Toutes ces applications ont en commun le fait que les températures maxima sont relativement basses, de l'ordre de 50 à 60° et qu'il faut utiliser des surfaces d'échange importantes pour capter ou émettre suffisamment de calories. Les échangeurs selon l'invention qui sont composés de plaques tubulaires extrudées et de collecteurs qui peuvent être fabriqués en matières

plastiques et un nombre de raccords d'entrée et de sortie de fluide par unité de surface d'échange qui est très réduit sont d'un coût de fabrication relativement bas. Ils présentent l'avantage que les entrées et sorties de fluide caloporteur se situent du même côté ce qui facilite leur installation.

- 5 La forme des collecteurs combinée à la disposition des conduits d'entrée et de sortie de fluide dans le collecteur qui est divisé en deux ou trois tronçons permettent d'obtenir une répartition uniforme du liquide dans les divers canaux de chaque élément d'échangeur.

10 Les surfaces unitaires des échangeurs selon l'invention sont relativement grandes de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres carrés et l'épaisseur des plaques tubulaires est faible, de l'ordre de 5 à 10mm, selon les fabrications. Il en résulte que la vitesse de passage du liquide dans les canaux est élevée, ce qui a pour effet d'éviter que des bulles d'air ne risquent de bloquer la circulation du liquide dans certains canaux.

- 15 Dans l'application au chauffage de serres ou de rangées de plantes en plein champ au moyen de bandes étroites posées sur le sol entre les rangées de plantes, les échangeurs selon l'invention présentent l'avantage, grâce au trajet en forme d'épingle, d'uniformiser la température moyenne sur toute la longueur des rangées de plantes.

20 La description suivante se réfère aux dessins annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, des exemples de réalisation et d'applications d'échangeurs selon l'invention.

La figure 1 est une vue d'ensemble schématique d'une serre.

- 25 La figure 2 est une vue de dessus d'un échangeur élémentaire utilisé comme capteur dans la serre selon la figure 1.

Les figures 3 et 4 sont des coupes selon III-III et IV-IV de la figure 2.

Les figures 5 et 6 sont des coupes partielles à plus grande échelle du collecteur d'arrivée et de départ du liquide caloporteur.

- 30 La figure 7 représente un absorbeur de capteur solaire selon l'invention.

Les figures 8 et 9 représentent un dispositif pour capter les calories dégagées par la fermentation ou la combustion lente de tas de végétaux.

- 35 La figure 10 est une vue en plan d'un dispositif de chauffage de rangées de plantes en serre ou à l'extérieur.

La figure 1 représente une serre ou tout autre abri analogue comportant une couverture transparente. La figure 1 représente par exemple une serre 1 composée de châssis vitrés, qui comporte deux parois longitudinales verticales et une toiture composée de deux pans inclinés. La serre

40

a une longueur L qui est généralement de l'ordre de 40 à 60 mètres et les pans de la toiture ont une largeur l de l'ordre de 4 à 6 mètres par exemple. Les dimensions qui sont données à titre d'illustration correspondent à l'ordre de grandeur des dimensions courantes de serres. Le rapport $\frac{L}{l}$ est donc de l'ordre de 10. Bien entendu, la serre pourrait avoir d'autres formes, par exemple une forme cintrée.

Sous la couverture transparente de la serre sont disposés des capteurs transparents 2 selon l'invention. Ces capteurs 2 sont composés de plusieurs capteurs élémentaires 2a, 2b... 2n, qui peuvent être montés en série ou en parallèle. Chaque élément est composé d'une plaque tubulaire transparente 3 qui comporte deux parois transparentes reliées par des cloisons 3a qui délimitent entre elles des canaux 3b, par exemple une plaque en polycarbonate, qui est connectée à chacune de ses extrémités sur un collecteur tubulaire 4, 5 qui est perpendiculaire aux canaux 3b de la plaque. Les cloisons 3a et les canaux 3b sont disposés parallèlement à l'axe longitudinal de la serre et chaque capteur élémentaire s'étend sur toute la longueur L de la serre tandis que les collecteurs 4 et 5 sont disposés selon la ligne de plus grande pente de la toiture. Les collecteurs 4 et 5 sont conformes à ceux qui ont été décrits dans une demande de brevet antérieure FR 7909816. Ce sont des tubes à section circulaire comportant deux lèvres, dont l'une est tangente à la section circulaire, qui délimitent entre elles une ouverture longitudinale dans laquelle un des bords de la plaque tubulaire perpendiculaire aux canaux est engagé. On fait circuler dans les capteurs un liquide qui absorbe une partie de l'énergie solaire. Ce liquide peut être un liquide filtrant, par exemple un liquide coloré qui absorbe entièrement certaines bandes de fréquence du spectre lumineux, notamment les bandes du spectre qui ne sont pas utiles à la photosynthèse. Ce peut être également une suspension aqueuse dont on peut moduler la concentration en fonction de la luminosité externe et/ou de la température à l'intérieur de la serre. On a déjà construit des serres comportant de tels capteurs associés à la couverture qui étaient composés de plaques tubulaires dont les canaux étaient disposés suivant les lignes de plus grande pente des pans de la toiture et dont les collecteurs étaient disposés horizontalement. Cette solution entraînait pour chaque pan de toiture une longueur de collecteurs égale à $2L$ qui est réduite à $2l$ par la disposition selon la figure 1, soit dans un rapport $\frac{L}{l}$ de l'ordre de 10, d'où une économie très importante.

Mais pour pouvoir utiliser les capteurs suivant cette disposition horizontale des canaux, il faut résoudre le problème de l'évacuation des bulles d'air afin d'éviter que celles-ci n'empêchent la circulation du liquide caloporteur dans certains canaux.

Les figures 2, 3 et 4 représentent un mode de réalisation préférentiel de chaque capteur élémentaire. Celui-ci comporte une plaque tubulaire dont la largeur est de l'ordre de 0,50 m à 1 m.

L'expérience montre qu'il devient très difficile d'obtenir une vitesse uniforme du liquide dans les divers canaux en parallèle et donc une bonne répartition des températures dès que la largeur des capteurs dépasse 1 m et qu'on obtient, par contre, une très bonne répartition avec une largeur de l'ordre de 0,50 m. Afin de réduire le nombre de canaux connectés en parallèle, chaque capteur élémentaire est divisé en deux moitiés qui sont connectées en série suivant un circuit en épingle.

Ce résultat est obtenu en divisant l'un des collecteurs, par exemple le collecteur 5, en deux tronçons, qui sont par exemple deux tronçons distincts ou bien deux tronçons d'un même collecteur séparé par une cloison 9 et en équipant chacun des deux tronçons d'un raccord, respectivement 6a et 6b, qui servent l'un d'orifice d'entrée et l'autre d'orifice de sortie du capteur élémentaire. Le deuxième collecteur 4 ne comporte ni cloison de séparation, ni raccords.

On a représenté sur les figures 2 et 4, par des flèches, le sens de circulation du liquide caloporteur qui arrive par exemple par le raccord 6a, puis circule dans les canaux d'une moitié de la plaque 3, est repris par le collecteur 4a et revient par les canaux de l'autre moitié de la plaque vers le raccord de sortie 6b. Dans les collecteurs 4a et 4b, le liquide circule suivant des trajets hélicoïdaux.

On a représenté sur la figure 2 par une ligne en pointillés 7, la séparation théorique entre les deux circuits en épingle. Bien entendu les extrémités des deux collecteurs 4a et 4b sont obturées par des bouchons 8. Cette disposition en épingle a l'avantage de diviser par deux le nombre de raccords pour une même largeur de canaux connectés en parallèle entre deux collecteurs.

Afin de faciliter la circulation hélicoïdale du liquide dans les deux tronçons du collecteur 5, il est important que les raccords d'entrée et de sortie 6a et 6b soient connectés convenablement sur le collecteur 5.

La figure 5 représente, à plus grande échelle, une extrémité d'une plaque tubulaire 3, le collecteur 5 et un raccord 6 d'entrée ou de sortie. L'axe ox perpendiculaire à la plaque 3 représente la position normale de l'axe du raccord 6. Par rapport à cette position normale, l'axe du raccord 6 peut varier de part et d'autre de l'axe ox, mais doit rester à l'intérieur d'un secteur angulaire α dont l'ouverture totale est de 120° .

La figure 5 représente une position extrême du raccord 6. Les positions du raccord 6 à l'intérieur de l'angle α favorisent le mouvement

hélicoïdal du liquide à l'intérieur du collecteur 5 et par là même une circulation uniforme du liquide dans les divers canaux de la plaque tubulaire 3.

La figure 6 représente une variante dans laquelle le collecteur 5 est placé au-dessus de la plaque tubulaire 3. On a représenté sur cette figure en hachures la cloison 9. Cette cloison est une plaque découpée suivant une forme de colimaçon qui épouse la forme du collecteur 5 et qui pénètre dans un canal de la plaque tubulaire 3. La position relative du raccord 6 par rapport au collecteur et à la plaque 3 est inchangée. Le raccord 6 est situé à l'intérieur d'un secteur ayant une ouverture angulaire α de l'ordre de 120° dont l'un des côtés $o y$ est dans le prolongement de la plaque 3 et il est situé du même côté de la plaque 3 que le collecteur.

Les échangeurs élémentaires selon les figures 2 à 6 peuvent être groupés en parallèle ou en série et être placés par exemple verticalement pour servir de convecteurs ou de capteurs de calories de fermentation d'un compost végétal. On peut également les poser horizontalement pour servir de tapis chauffants ou de tables chauffantes dans des serres.

On peut utiliser des échangeurs composés de plaques tubulaires opaques ou noires comme capteurs solaires placés verticalement ou inclinés.

Selon les utilisations, les collecteurs 4a et 4b sont disposés au-dessus ou au-dessous du plan de la plaque tubulaire qu'ils équipent.

Un avantage des échangeurs de grande longueur selon l'invention réside dans le fait que la surface unitaire de chaque échangeur élémentaire est beaucoup plus grande, donc la puissance calorifique reçue ou émise est également plus importante, et pour obtenir un même écart de température entre l'entrée et la sortie de l'échangeur, il faut faire circuler l'eau beaucoup plus vite, ce qui favorise les échanges thermiques. Dans l'application aux serres dans lesquelles on fait circuler dans des capteurs transparents une suspension aqueuse, la grande vitesse de circulation a l'avantage de maintenir l'homogénéité de la suspension.

La figure 7 représente une vue de face d'un élément de capteur solaire plan selon l'invention. Celui-ci est composé d'une plaque tubulaire 3 de grande longueur qui est extrudée dans une matière plastique opaque ou noire, par exemple une longueur de plusieurs dizaines de mètres, et une largeur de l'ordre d'un mètre. Ce capteur est placé vertical ou incliné et, dans le cas où il est incliné, la flèche P représente la ligne de pente. La plaque 3 est équipée, à chacune de ses extrémités, d'un collecteur 4, 5 du même type que les collecteurs représentés sur les figures 2 à 6. Le collecteur 5 est composé de trois tronçons 5a, 5b, 5c, qui sont, soit trois

collecteurs distincts alignés, soit trois tronçons d'un même tube séparés par des cloisons 9a et 9b. Les deux tronçons extrêmes 5a et 5c sont très courts, leur largeur étant de l'ordre de 3 à 5 cm et ils sont équipés chacun d'un orifice 10a, 10b d'entrée de liquide froid. Les orifices 10a, 10b sont placés par rapport au collecteur selon la disposition décrite par les figures 5 ou 6. Le tronçon central 5b est équipé d'un orifice de sortie de liquide 11 qui est disposé à l'extrémité supérieure du tronçon 5b.

On a dessiné sur la figure 7, en pointillés, deux lignes théoriques 7a et 7b qui prolongent les cloisons 9a et 9b et qui divisent la plaque 3 en trois bandes 3a, 3b et 3c qui correspondent aux trois tronçons 5a, 5b et 5c. Le liquide froid entre dans les tronçons 5a et 5c par les raccords 10a et 10b et il parcourt, à grande vitesse, les deux bandes étroites 3a et 3c. Le liquide entre tangentiellement dans le collecteur 4, suit un trajet hélicoïdal et revient en se chauffant par les canaux de la bande médiane 3b vers le tronçon 5b puis il sort par le raccord 11. Cette disposition a l'avantage que du liquide froid circule le long des bords longitudinaux du capteur, ce qui limite les déperditions calorifiques par conduction.

Les figures 8 et 9 représentent une application d'échangeurs selon l'invention comme capteurs des calories dégagées par un tas de matières végétales subissant une oxydation lente ou une fermentation, par exemple un tas de broussailles broyées ou d'ordures ménagères constituant un compost en cours de fermentation, ou un tas de fumier. On a représenté en pointillés, les contours du tas de compost 12 qui a, par exemple, une longueur L de l'ordre de 10m, une largeur l de l'ordre de 6m et une hauteur h qui varie entre 3 mètres au stade initial de la fermentation et 2,20 m au stade final. On rappelle qu'un tel tas, dont le volume utile est de l'ordre de 130 m³, a une puissance calorifique d'environ 11,4 KW et dégage environ 10 thermies par heure et que la température à l'intérieur du tas est de l'ordre de 50°C à 65°C.

A l'intérieur du tas de compost 12 sont placées des cloisons verticales 13 parallèles entre elles, qui comportent des échangeurs de chaleur selon l'invention. L'écartement entre cloisons 13 est par exemple de 0,65 m.

La figure 9 est une vue en élévation selon IX-IX d'une cloison 13. Celle-ci comporte une ossature légère 14, par exemple une ossature en tubes, du type tubes d'échafaudages, qui comportent des moyens d'assemblage facilement démontables. Pour la clarté du dessin, l'ossature 14 est représentée en hachures sur la figure 9. Cette ossature comporte par exemple à

chaque extrémité un piquet 14a, 14b planté dans le sol et des entretoises horizontales 14c. On voit que l'une des extrémités 14a des cloisons 13 émerge du tas de compost 12. Les cloisons 13 ont par exemple une hauteur totale de l'ordre de 1,50 m et une longueur totale de l'ordre de 5,50 m, de sorte qu'en dehors de l'extrémité 14a, elles sont entièrement enfouies dans le tas de compost.

Chaque cloison comporte plusieurs échangeurs élémentaires selon l'invention, par exemple deux échangeurs 15a et 15b dans le cas de la figure. Chaque échangeur comporte une plaque tubulaire ayant par exemple une longueur de 5,50 m et une hauteur de 0,50 m qui est disposée verticalement et supportée par l'ossature 14. Les deux échangeurs 15a et 15b sont du type décrit en référence à la figure 2 et on a représenté par des flèches le sens de circulation du liquide caloporteur qui parcourt un circuit en épingle dans chaque échangeur. Les deux échangeurs 15a et 15b équipant chaque cloison sont reliés en série par une bretelle 16 entre un collecteur aller 17 placé au niveau du sol et un collecteur retour 18. On voit sur la figure 8 que les échangeurs équipant deux cloisons voisines sont connectés en parallèle entre les collecteurs 17 et 18. Bien entendu, les connections sur les collecteurs 17 et 18 peuvent être réalisées selon des montages différents en série, en parallèle ou en série parallèle.

Une installation de captage de chaleur selon les figures 8 et 9 présente l'avantage de comporter des équipements très légers et peu onéreux d'où des frais d'investissement très réduits. De plus, les échangeurs et les structures métalliques qui les supportent sont très faciles à monter et à démonter. Lors de la mise en tas des végétaux broyés, on construit les cloisons une par une et on remplit chaque fois l'espace entre deux cloisons avant de construire la cloison suivante, ce qui permet d'utiliser des engins de manutention du type chargeurs mécaniques pour confectionner le tas de végétaux. Lorsque la fermentation est terminée et qu'on désire évacuer le compost, on démonte les cloisons une par une en partant d'une extrémité longitudinale du tas, ce qui facilite beaucoup les manutentions mécaniques.

Les échangeurs selon l'invention qui sont composés de plaques et de collecteurs en matières plastiques conviennent bien à cette application car ils résistent bien à la corrosion par les acides humiques et les températures se situent à un niveau auquel les matières plastiques ont une bonne tenue.

La figure 10 représente une application des échangeurs selon l'invention utilisés comme paillages chauffants ou comme gaines de chauffage d'une serre posées sur le sol. Les repères 19 représentent des plantes, par

exemple des salades, plantées en rangées, soit en plein champ, soit à l'intérieur d'une serre. Le long des rangées de plantes, on pose sur le sol des échangeurs 20a, 20b... 20n selon l'invention, de grande longueur.

Chaque échangeur est composé d'une seule plaque tubulaire longue et étroite

5 ayant par exemple une longueur de plusieurs dizaines de mètres et une largeur qui peut être comprise entre 0,10 et 0,50m selon l'espacement entre rangées de plantes et le degré de chauffage recherché. On peut par exemple utiliser des bandes étroites posées à côté des plantes pour chauffer le sol et les racines au voisinage immédiat des plantes. On a représenté par 10 des flèches le sens de circulation du liquide de chauffage qui est par exemple de l'eau à une température comprise entre 15° et 50°C. L'eau circule dans chaque échangeur élémentaire suivant un trajet aller et retour en épingle et les différents échangeurs sont connectés en parallèle entre un collecteur général aller 21 et un collecteur général retour 22 qui sont 15 posés côte à côte, du même côté que les collecteurs 23a, 23b... 23n, qui sont divisés en deux tronçons par des cloisons 24a, 24b... 24n.

Dans cette application, les échangeurs selon l'invention remplacent avantageusement des gaines souples posées sur le sol qui sont utilisées pour le chauffage des serres ou pour constituer des paillages chauffants destinés à éviter le gel des plantes cultivées à l'extérieur. 20

Dans cette application, les échangeurs selon l'invention présentent l'avantage très important que la température moyenne de l'eau entre le circuit aller et le circuit retour dans les diverses sections transversales de l'échangeur est sensiblement constante, ce qui permet d'obtenir un chauffage très uniforme d'une serre ou d'une culture et d'éviter ainsi des risques 25 de gel aux points les moins chauffés ou des excès de chauffe en d'autres points.

Dans tous les exemples d'application qui viennent d'être décrits, on utilise des échangeurs selon l'invention qui se présentent sous la forme 30 de bandes étroites dont la longueur est au moins égale à dix fois la largeur et peut atteindre jusqu'à cent fois la largeur et dans lesquels le liquide circule suivant un trajet en forme d'épingle, ce qui a pour effet de multiplier encore par deux le rapport entre la longueur de l'échangeur et la largeur de chaque circuit. Il en résulte que le liquide doit circuler à 35 grande vitesse dans les canaux des plaques tubulaires qui constituent ces échangeurs et, de ce fait, les bulles d'air sont entraînées par le courant du liquide et ne risquent pas d'obstruer certains canaux.

La disposition en bandes étroites et en circuit en épingle présente de plus l'avantage de réduire la proportion de collecteurs et de raccords 40 par unité de surface d'échange d'où une économie d'investissement qui est

d'autant plus appréciable que les échangeurs selon l'invention sont destinés principalement à des applications à basse température où l'on doit utiliser de grandes surfaces d'échange et où il est donc déterminant de réaliser des installations peu onéreuses.

5 Les échangeurs en bandes étroites selon l'invention sont particulièrement bien adaptés à de nombreuses applications dans lesquelles on doit utiliser des échangeurs de forme très allongée ou dans lesquelles on peut remplacer des échangeurs de forme sensiblement rectangulaire par des échangeurs de forme allongée. On citera comme applications possibles, sans que
10 cette énumération ne présente aucun caractère limitatif :

- les échangeurs transparents qui sont placés sous la couverture d'une serre ou d'une toiture vitrée pour servir de capteurs d'énergie solaire et/ou d'écrans à ombrage réglable et éventuellement de radiateurs de chauffage;

15 - les absorbeurs de capteurs solaires placés sur des surfaces de forme allongée par exemple en applique sur les rambardes de balcons ou sur certains bandeaux de bâtiments. Dans ce cas, on utilise des plaques tubulaires opaques et, de préférence, noires;

20 - les convecteurs utilisés pour le chauffage de certains bâtiments de forme allongée;

- les paillages utilisés pour chauffer des serres ou des cultures en plein champ;

- les tables chauffantes utilisées dans les serres;

25 - les capteurs descalories dégagées par la fermentation ou par la combustion lente de végétaux (bio-masse) etc....

Bien entendu, sans sortir du cadre de l'invention, les divers éléments constitutifs des échangeurs qui viennent d'être décrits à titre d'exemple pourront être remplacés par des éléments équivalentes remplissant les
30 mêmes fonctions.

RE V E N D I C A T I O N S

- 1 - Echangeur de chaleur comportant une plaque tubulaire extrudée composée de deux plaques minces reliées entre elles par des cloisons qui délimitent des canaux parallèles et deux collecteurs qui sont situés le long des deux bords de ladite plaque perpendiculaires aux canaux et qui ont une section transversale circulaire prolongée par deux lèvres dont l'une est tangente à ladite section circulaire, caractérisé en ce que ladite plaque tubulaire a la forme d'une bande allongée dont la longueur est parallèle auxdits canaux et en ce que l'un des deux collecteurs est divisé en au moins deux tronçons successifs comportant l'un, un conduit d'entrée et l'autre, un conduit de sortie d'un liquide caloporteur qui parcourt ledit échangeur suivant un trajet en épingle.
- 2 - Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport entre la longueur et la largeur de ladite bande est supérieur à dix.
- 3 - Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits conduits d'entrée et de sortie sont situés à l'intérieur d'un secteur ayant une ouverture angulaire de l'ordre de 120° dont un côté est dans le prolongement de ladite plaque et ils sont situés du même côté de la plaque que le collecteur sur lequel ils se raccordent.
- 4 - Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, utilisé comme absorbeur d'un capteur solaire, caractérisé en ce que ladite plaque tubulaire est opaque ou noire et en ce que l'un des collecteurs est divisé en trois tronçons successifs et les deux tronçons extrêmes sont très courts et comportent tous deux un conduit d'arrivée de liquide caloporteur froid, tandis que le tronçon intermédiaire comporte un conduit de départ de liquide caloporteur chaud, de sorte que le liquide froid circule à grande vitesse dans un sens dans deux bandes étroites situées le long de deux bords longitudinaux de la plaque et revient en sens inverse vers le tronçon intermédiaire en s'échauffant.
- 5 - Dispositif pour capter les calories produites par la fermentation ou la combustion lente d'un tas de végétaux, caractérisé en ce qu'il comporte des cloisons verticales qui sont enfouies dans le tas de végétaux et chaque cloison comporte une structure facilement démontable, par exemple une structure en tubes d'échafaudage et des échangeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, qui sont supportés par ladite structure et dont une extrémité, qui émerge hors du tas de végétaux, porte lesdits collecteurs qui sont divisés en deux tronçons.
- 6 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les collecteurs d'une même cloison situés hors du tas de végétaux sont connectés

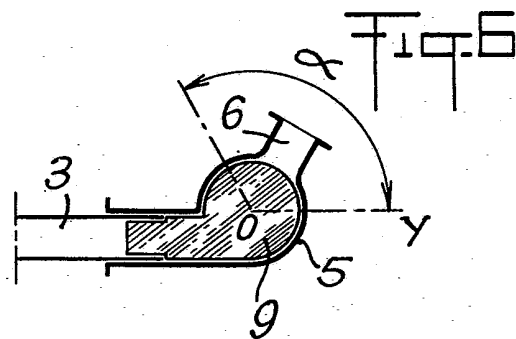
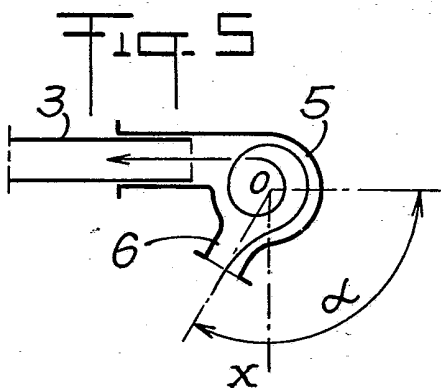
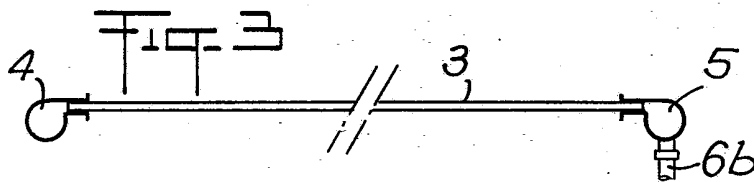
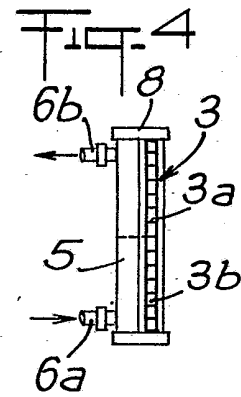
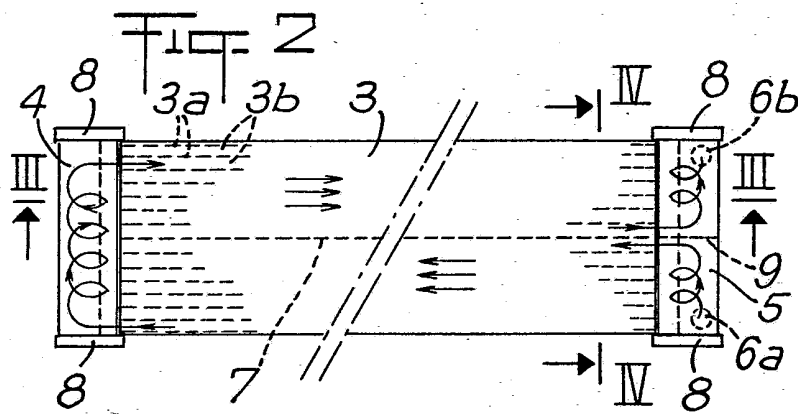
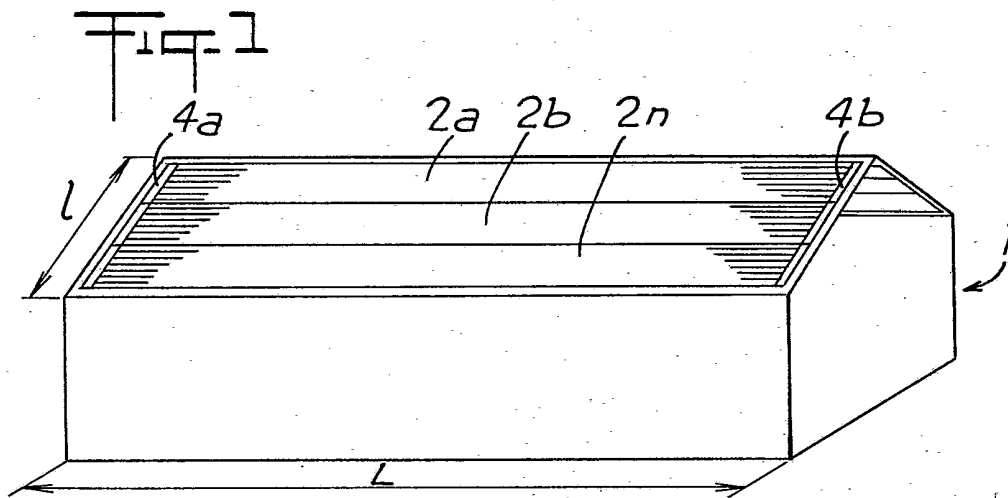
entre eux en série.

- 5 7 - Dispositif pour chauffer des rangées de plantes dans une serre ou en plein champ, caractérisé en ce qu'il comporte des échangeurs étroits et de grande longueur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, qui sont posés sur le sol le long des rangées de plantes et les deux conduits d'entrée et de sortie de liquide dans le collecteur qui est divisé en deux tronçons sont connectés l'un sur un collecteur général aller et l'autre sur un collecteur général retour dans lesquels circule de l'eau ayant une température comprise entre 15°C et 50°C.

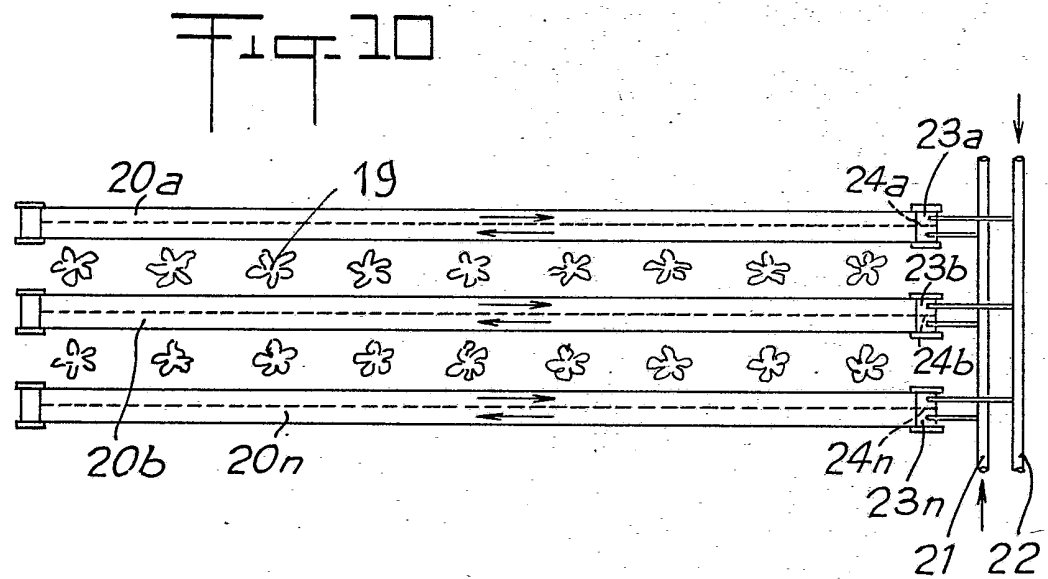
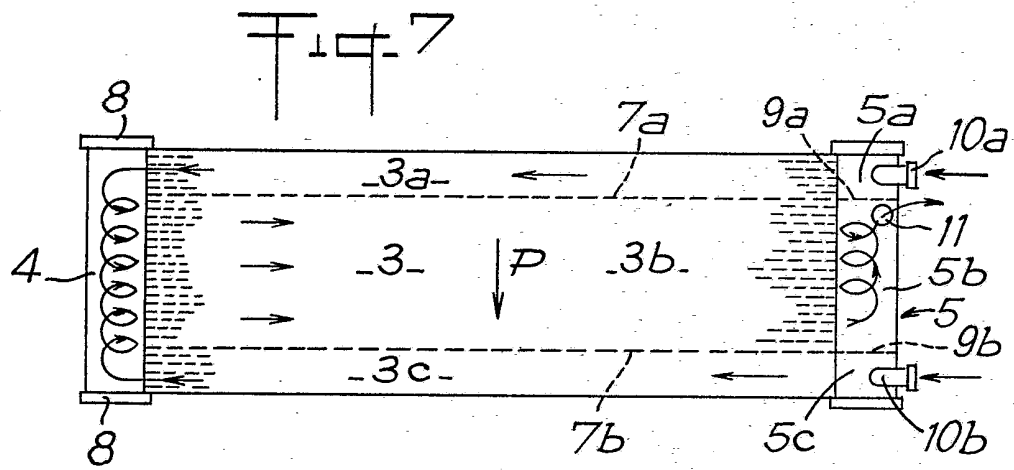
Par Procuration de
Paul COMTE et René REPETTI

Le Mandataire :
CABINET BEAU DE LOMENIE

1/3



2/3



3/3

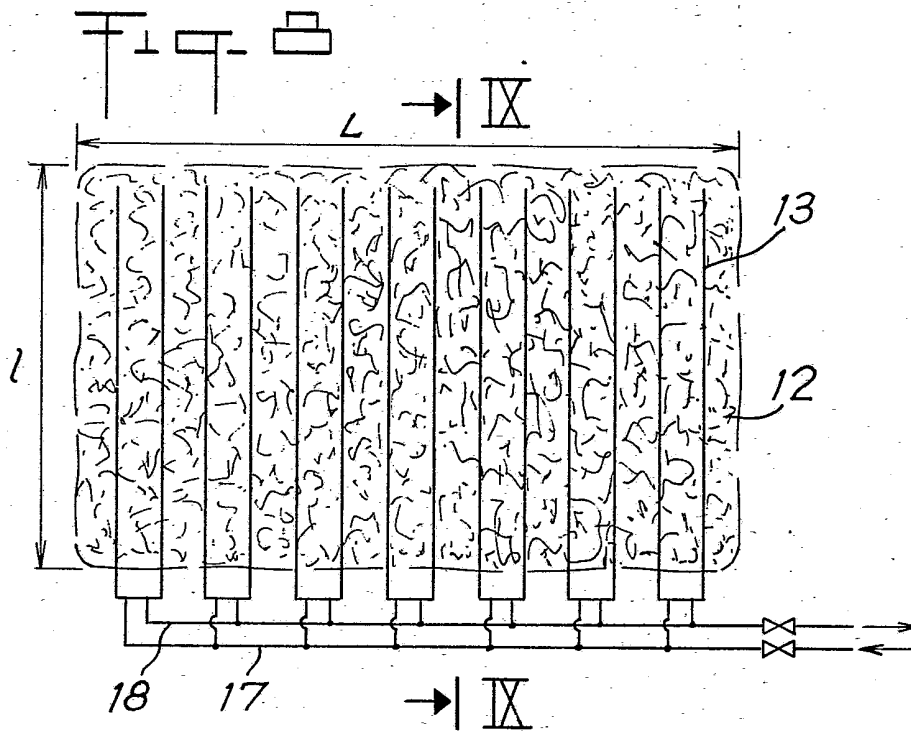


Fig. 9

