

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 05053

⑤④ Tube pour échangeur thermique et application de ce tube.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). F 28 F 1/40; F 24 H 1/00; F 24 J 3/02.

②② Date de dépôt..... 13 mars 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° 37 du 17-9-1982.

⑦① Déposant : MERLIN Gabriel, résidant en France.

⑦② Invention de : Gabriel Merlin.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Dupuy et Loyer,
14, rue La Fayette, 75009 Paris.

- 1 -

L'invention se rapporte à un nouveau tube pour échangeur thermique utilisable dans de nombreuses applications et en particulier dans la domestication des énergies naturelles telles que celles engendrées par le soleil et le vent.

Le Demandeur a remarqué que les tubes en métaux conducteurs actuellement utilisés dans les échangeurs thermiques à basse et moyenne température fonctionnant en thermo-siphon ou en circulation forcée au moyen d'une pompe, ont des rendements d'échange médiocres.

Cela tient au fait que dans un tube d'échangeur traditionnel le flux traversant se décompose en une multitude de veines à températures différentes, le gradient de celles-ci diminuant de la périphérie vers le centre, du fait que les veines les plus extérieures sont au contact des parois chaudes du tube. Ces températures plus élevées de ces veines sont encore favorisées, notamment dans les installations fonctionnant notamment en thermo-siphon par le fait que l'état de surface de la paroi intérieure du tube provoque un freinage d'où une perte de charge se traduisant par un ralentissement de la vitesse de ces veines extérieures et une augmentation de leur durée de contact avec la paroi conductrice de chaleur.

On a déjà proposé de disposer les tubes échangeurs selon des serpentins non seulement pour augmenter les surfaces d'échange, mais aussi pour briser les veines et obliger le liquide à s'homogénéiser. Malheureusement il est bien connu que cette disposition présente l'inconvénient, d'une part de créer des pertes de charge si importantes que dans certains cas on doit y renoncer, et d'autre part d'augmenter considérablement les dimensions de l'échangeur.

La présente invention entend donner une solution plus rationnelle permettant d'augmenter la surface d'échange sans créer pratiquement de pertes de charge autres que celles dues à l'état de surface du métal conducteur.

- 2 -

Pour atteindre ce but quelque peu contradictoire, elle propose de placer à l'intérieur du tube parcouru par le fluide calo-porteur une pièce fixe de forme hélicoïdale ou similaire, ladite pièce ayant un contact intime par son champ avec la paroi conductrice. De cette
5 manière non seulement il est créé un mouvement de rotation dudit fluide, mais encore une augmentation de la surface d'échange, puisque la pièce hélicoïdale transfert elle aussi la chaleur qu'elle reçoit de la paroi
10 par conductibilité.

Il sera ultérieurement démontré qu'un tube pourvu d'une hélice intérieure est doué de propriétés particulières quant à la réverbération et à la réémissivité des ondes calorifiques.

15 D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description et des revendications qui suivent, lesquelles sont faites en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un tube
20 selon l'invention avec arrachement de la paroi extérieure.;

- la figure 2 est une vue identique d'une variante constructive ;

- la figure 3 est une vue en perspective avec ar-
25 rachement d'un capteur solaire dont le tube est réalisé selon l'invention ;

- les figures 4 et 5 montrent en schéma l'utilisa-
tion de ce capteur dans une installation d'insolation ;

- la figure 6 est une vue en coupe d'une chaudière
30 solaire utilisant des tronçons de tube à hélice comme absorbeur et comme transmetteur de chaleur ;

- la figure 7 est une vue en coupe de détail à
plus grande échelle ;

- la figure 8 montre l'utilisation du tube de la
35 variante de la figure 2 placé dans une enveloppe en matériau transparent pour constituer un convertisseur ;

- 3 -

- la figure 9 représente une variante de ce convertisseur ;

- la figure 10 est un schéma d'une installation d'insolation utilisant ces convertisseurs ;

5 - la figure 11 est une coupe schématique d'un convertisseur à ouverture égale à 60° ;

- la figure 12 est une vue en coupe d'un réservoir multi-échangeur à plusieurs réseaux de tubes calo-porteurs à hélice ;

10 - les figures 13 et 14 illustrent un mode de sertissage de l'hélice.

Comme on le voit sur la figure 1 l'échangeur thermique T1 conforme à l'invention est constitué par un tube T à l'intérieur duquel est fixé une pièce en hélice H dont le champ 4a est en contact intime avec la paroi intérieure Ta du tube T.

Il est aisé de comprendre que cette pièce transforme le canal rectiligne traditionnel d'un tube en un canal hélicoïdal sans augmenter sensiblement les pertes de charges, puisque seule la surface d'échange est notablement augmentée et avec elle, la résistance à l'écoulement due à l'interface métal poli/fluide. Par contre, le mouvement tourbillonnaire de ce fluide exclut le régime laminaire des veines privilégiées comme les veines périphériques par exemple.

Avantageusement, la pièce en hélice H est enroulée sur un noyau N (ou M) rigidificateur et immobilisée par rapport au tube T par tout moyen connu (soudure aux extrémités, soudure en cordon ou par points dans le cas de tubes en deux 1/2 coquilles, coincement, sertissage, sertissage par retreint du tube extérieur comme celui que l'on peut obtenir avec des machines à rétreindre du type CHANAY et MAITROT)

Dans la variante représentée à la figure 2, le noyau plein N du tube de la figure 1 est remplacé par un noyau tubulaire M qui peut être parcouru par un second fluide

- 4 -

calo-porteur, mais le plus souvent appartient à un circuit comportant également le canal annulaire hélicoïdal ménagé entre T et M.

5 Bien entendu, il pourrait y avoir plus de deux tubes concentriques avec une hélice fixée dans l'espace annulaire.

10 Comme les tubes T1 et T2 qui viennent d'être décrits sont destinés à capter le rayonnement solaire et à transmettre son énergie calorifique à un fluide il est bien évident que l'on doit à leur égard observer les règles bien connues et les concevoir en un métal bon conducteur (acier, aluminium, cuivre ou alliage), dont la
15 brillance naturelle extérieure est éliminée par revêtement de couleur brun foncé (selon des procédés connus) permettant d'approcher la capacité idéale de captage du "corps noir".

La possibilité de captage du tube T peut être augmentée en le rendant solidaire d'ailettes A (fig. 3) et ainsi constituer un capteur solaire T3 seul, ou par jeu
20 de plusieurs dont les extrémités sont en communication avec deux collecteurs (comme C) pour constituer un circuit de fluide calo-porteur.

Bien entendu, de tels capteurs peuvent être utilisés avec ou sans réflecteurs avec ou sans protection
25 transparente produisant un effet de serre, pour former des insolateurs soit verticaux le long d'un mur, soit horizontaux soit inclinés par exemple à 60°.

Leur rendement étant relativement faible, il convient de choisir leur orientation en fonction des conditions saisonnières d'utilisation.
30

Il est bien évident que, par exemple, un terrain de camping qui voudrait s'équiper pour produire la plus grosse partie de son eau chaude sanitaire ne doit pas utiliser les mêmes solutions s'il est ouvert à l'année
35 ou en saison estivale ou au contraire en hiver ou encore si en montagne il ne dispose que d'une très faible sur-

- 5 -

face à éclairage énergétique valable (sans ombre de grands arbres ou de montagnes environnantes).

Les insolateurs qui viennent d'être décrits sont à conseiller plutôt pour des usages estivaux saisonniers.

5 Les capteurs T3 représentés à la figure 3 peuvent être perfectionnés en les utilisant dans une position préférentielle telle que leurs ailettes A opposées soient disposées dans un plan faisant avec le plan horizontal un dièdre de manière à être orthogonales au rayonnement
10 solaire.

Par exemple dans le sud-Est de la France en été l'angle de ce dièdre serait d'environ 60° , l'axe des tubes T3 étant horizontal et orienté Est-Ouest (Fig. 4), avec ou sans effets de serre, mais placés au foyer de
15 réflecteurs hémi-cylindriques placés en coupe vent ou éventuellement en couverture, ces insolateurs conviendraient au chauffage en été des eaux sanitaires d'un camping ou des eaux d'une piscine.

On peut perfectionner un tel capteur en munissant
20 le tube à hélice T5 d'une pluralité d'ailettes A1 disposées rayonnantes en étoile par exemple à 120° les unes des autres (fig. 5).

De tels capteurs T5 à trois ailettes peuvent constituer des insolateurs verticaux avec ou sans effet de
25 serre, en les plaçant devant un bardage formant réflecteurs R (ou Ra) vertical en coupe vent. Cette disposition permet de réaliser un insolateur à fonctionnement annuel fournissant une production régulière.

En réalité dans un insolateur plan utilisant le
30 tube capteur K à hélice, il suffit d'obtenir soit une accélération du circuit de thermosiphon soit de prévoir un circuit régulé, plus rapide afin de ne jamais obtenir de températures de sortie supérieures à 60° (dans le but évident de simplifier les installations du réseau
35 calo-porteur). En effet, les hautes températures de sortie ne doivent pas être recherchées aussi bien pour obtenir un bon rendement de l'insolateur que pour le fait

- 6 -

qu'elles sont inutiles en eau chaude sanitaire ou chauffage.

Par contre, l'effet tournant obtenu par hélice, permet l'évacuation plus rapide des calories captées, donc l'utilisation du pouvoir réflectorisant d'une simple tôle aluminium formant couverture d'un bâtiment, local piscine ou véranda couverte par exemple, qui n'a pas à être "pointé" en direction du soleil en raison de sa fonction "indirecte" de réflecteur et qui permet par cette capacité de réflectorisation, d'équilibrer les pertes dues dans le cas d'abandon des irradianations du rayonnement diffus ($\neq 15 \%$) de les récupérer, et au delà, en utilisant des tubes à 3 ailettes ; tout ceci sans tomber dans l'inconvénient des hautes températures.

Les figures 6 et 7 montrent une utilisation très différente des tubes à hélice du type T1 (Fig. 1).

On réalise une chaudière à chauffage solaire en constituant deux enceintes fermées F et G séparées par une cloison en métal conducteur 1. La première enceinte est fermée à sa face antérieure par une glace 2 ou autre matériau transparent et rendue solidaire de la cloison 1 par les joints tels que 3. Dans l'enceinte F on fait un vide relatif.

L'enceinte G est fermée du côté postérieur par une paroi métallique 4 isolée de l'intérieur par une forte épaisseur de matériau isolant 5 enfermé dans un coffre 6.

L'enceinte G est pourvue d'une entrée inférieure 7 de fluide calo-porteur et une sortie 8.

A la cloison 1 sont soudés transversalement au sens de circulation du fluide calo-porteur allant de 7 à 8, des tronçons de tube 9 à hélice du type T1 (fig. 1) ou T2 (fig. 2). Ces tronçons 9 constituant un chicanage. De même à la cloison 1, dans la chambre F, dans le prolongement des tubes 9, sont fixés à cette cloison d'autres tronçons 10 de ce tube de type T1 ou T2.

Les hélices de ces tronçons, du fait de leur in-

- 7 -

clinaison, ont pour but de réfléchir le rayonnement infra rouge vers la surface de T, de manière à éviter la réémissivité, et par voie de convergence des pertes pouvant atteindre 42 %.

5 Enfin, l'immobilisation de la glace 2 est complétée par des poussoirs 11 à tête plastique prenant appui sur certains tronçons 10.

Le tube du type T2 de la figure 2 permet de nombreuses réalisations dans le domaine des insolateurs
10 placés dans des concentrateurs fixes ou pointés améliorant le rendement de convertisseurs du type MOUCHOT (1878) ou de MEADI (1913) de TACHKENT (1950) ou de l'héliostat de MONTLOUIS (1952).

Le convertisseur T8 représenté à la figure 8 comprend
15 donc deux tubes métalliques concentrique M et T et dans le canal annulaire inter-tube une pièce en hélice H. La section annulaire Sa a été calculée pour être égale à la section Si du tube Ti.

Cet ensemble est placé à l'intérieur d'une enveloppe E en matériau transparent (verre par exemple)
20 étanche dans laquelle on fait de préférence le vide relatif ou tout au moins remplie d'un gaz déshydraté, étant bien connu que les capteurs solaires à effet de serre gaspillent les premières heures d'insolation à éliminer
25 la condensation produite durant la nuit.

Le convertisseur qui vient d'être décrit peut connaître divers modes de circulation : le calo-porteur peut entrer par le tube M et ressortir par le tube T. M communiquant avec T à son extrémité opposée à l'entrée
30 et T étant fermé à son extrémité correspondante. Au contraire, la paroi de M peut être percée de manière à faire communiquer Si et Sa, le fluide calo-porteur entre à la fois dans les deux tubes par la même extrémité et ressort par M à l'extrémité opposée (disposition non
35 représentée).

La figure 9 représente une variante du tube T8 en

- 8 -

ce sens que l'enveloppe transparente E comporte une partie réfléchissante, soit par un dépôt métallique intérieur soit par adjonction d'un réflecteur hémi-cylindrique R8.

5 Sur cette figure, l'enveloppe transparente est réalisée en deux éléments E1 et E2 assemblés en eux par des joncs toriques d'étanchéité J. On peut profiter de l'assemblage pour pincer le réflecteur R8. L'entrée peut se faire par le tube T et la sortie par le tube M ou vice-
10 versa. Un tel tube convertisseur T9 peut être disposé au foyer d'un miroir concentrateur (fixe comme à MEADI et à MONTLOUIS ou pointé comme TACHKENT ou à MARSEILLE). On peut l'utiliser également dans le cas de l'irradiation solaire d'un seul versant de toiture en le plaçant, devant
15 un réflecteur R 10 en tôle ondulée réfléchissante, au foyer de chaque onde (d'ouverture $46^{\circ}54$). Dans tous les cas précités, la concentration est inférieure à 10. Pour obtenir une concentration supérieure avec des tubes T2 et surtout T8, il faut placer un tel tube dans un convertisseur
20 conique C11 d'ouverture 60° tournant autour d'un axe vertical grâce à un dispositif moteur (non représenté) à la vitesse de 360° par 24 heures. Le pavillon conique P est constitué par deux cônes métalliques concentriques rigidement reliés entre eux et entre lesquels on a disposé
25 un matériau isolant. Ce pavillon est complété par une ossature circulaire roulant sur des galets portés par des bras de soutien réglables BR. Le tube du type T2 est placé selon l'axe du pavillon (il décrit donc un plan d'inclinaison médiane sur l'horizontal qui permet de pointer l'axe
30 du pavillon sur les hauteurs du soleil pour les heures d'irradiation maximales). Autour du tube T est enroulé en spirale un dispositif K en aluminium oxydé brun noir assurant l'absorption et s'opposant à la réémissivité.

Ce dispositif K qui augmente les dimensions rela-

- 9 -

tives de la cible, est constitué par un serpentín d'ailettes gaufrées selon la technique des tubes à ailettes utilisés dans les radiateurs de chauffage central.

Cet ensemble T 11 est placé à l'intérieur d'une
5 enceinte E 11 fermée par une paroi transparente plane ou bombée en verre, ou en polycarbonate ou en vitrage feuilleté tel celui vendu par St Gobain sous la marque STADIP.

Enfin, les tubes à hélice du type T1 ou T2 ont
10 un intérêt primordial pour la réalisation d'un réservoir horizontal à multi-échangeurs tel que représenté à la figure 12.

En effet, dans un tel réservoir rempli d'un fluide
de transfert tel que la solution aqua-huileuse vendue
15 sous la marque NEUTRAL par la société Pechiney-Ugine-Kullmann) sont disposés deux séries de tubes à hélice xa, xb, xc etc. et ya, yb, yc etc..

La série des tubes ya, yb etc constitue le réseau
du circuit du fluide calo-porteur, apportant les calo-
20 riques au réservoir, tandis que la série des tubes xa, xb etc. forme le réseau du circuit du fluide à chauffer.

Bien entendu, les tubes de ces séries peuvent être
disposés d'une autre manière que celle visible sur la
figure 12.

25 Enfin, dans une même série les tubes peuvent être intégrés dans des circuits de fluide différents ou chauffés de manières différentes, à des températures et pression différentes.

Les tubes pour échangeurs, objet de l'invention,
30 trouvent particulièrement application dans le domaine du chauffage solaire ou la production de chaleur à partir du vent, de la houle ou des marées.

Dans certains cas, le tube intérieur M d'un échangeur du type T2 doit être parfaitement cylindrique. Cer-
35 taines précautions doivent donc être prises au moment de la fixation de l'hélice, notamment si celle-ci s'effectue

- 10 -

par sertissage. Il importe donc alors que ce tube M soit plus résistant que le tube extérieur T, soit parce qu'il est d'une épaisseur plus grande, soit que son matériau offre par lui-même une résistance plus élevée.

5 La figure 13 montre comment on peut sertir l'hélice H entre les tubes T et M.

En fait, la pression exercée par le poinçon P, sur le tube extérieur T appliqué dans la matrice L provoque une légère ovalisation du tube extérieur T, ovalisation qui produit le coincement de H qui, de la forme visible en trait plein sur la figure 4, passe à la forme déformée en traits mixtes sur la même figure.

10 Comme on le voit sur cette figure 14, le filet métallique devant constituer cette hélice H a ses bords
15 légèrement recourbés et arrondis.

REVENDEICATIONS

1. - Tube pour échangeur thermique,
caractérisé en ce qu'en son intérieur est disposée une
pièce fixe de forme sensiblement hélicoïdale (H), le
5 champ de cette pièce (Ha) appliquant contre la paroi in-
térieure (Ta) dudit tube.
2. - Tube selon la revendication 1, *caractérisé*
en ce que ladite pièce hélicoïdale (H) est immobilisée
par ses extrémités.
- 10 3. - Tube selon la revendication 1, *caractérisé*
en ce que ladite pièce hélicoïdale est rendue solidaire
de celui-ci par déformation de celui-ci.
4. - Tube selon l'une des revendications précé-
dentes, *caractérisé* en ce qu'en son intérieur est dispo-
15 sés concentriquement un autre ou plusieurs tubes (M) ;
la pièce hélicoïdale (H) étant fixée dans l'espace annu-
laire inter-tubes.
5. - A titre d'application, un capteur solaire
comportant un corps tubulaire pourvu extérieurement d'ai-
20 llettes de captation d'énergie solaire (A) et relié à
chacune de ses extrémités à un collecteur (C) du circuit
d'un fluide calo-porteur, *caractérisé* en ce que ce corps
tubulaire est un tube (T1 ou T2) selon l'une des reven-
dications précédentes.
- 25 6. - A titre d'application du capteur selon la
revendication 5, des insolateurs avec ou sans effet de
serre comportant une pluralité de capteurs placés chacun
au foyer d'un réflecteur (R), *caractérisé* en ce qu'au
moins une des ailettes (A) de ces capteurs, constitue un
30 plan orthogonal au rayons du soleil pendant la période
estivale (30° par rapport au plan horizontal).
7. - Insolateur selon la revendication 6, *caracté-
risé* en ce que chaque capteur comporte au moins deux ai-
llettes (A1), ou mieux trois ailettes formant entre elles
35 des dièdres de 120°, l'une des ailettes étant verticale.
8. - A titre d'application du tube selon l'une

- 12 -

des revendications 1 à 4, une chaudière comprenant deux enceintes séparées par une cloison commune (1) indépendantes, l'une d'elles (F), dans laquelle on a créé un vide relatif, étant limitée par une glace (2), l'autre (G) étant parcourue par le fluide calo-porteur, caractérisée en ce que de cette cloison (1) sont solidaires deux jeux de tronçons de tubes comportant une pièce hélicoïdale, les tronçons (10) placés dans le vide ayant une fonction d'absorption, ceux placés (9) entre la cloison et la paroi dorsale ayant une fonction d'échange.

9. - A titre d'application du tube selon la revendication 4, un convertisseur calorifique comportant une enveloppe (E) (tube ou ampoule) en matériau transparent extérieur avec ou sans vide intérieur, caractérisé en ce que les tubes concentriques (T et M) à pièce hélicoïdale intermédiaire (H), placés axialement à ladite enveloppe (E), ont des diamètres tels que la section du tube intérieur soit égale à la section annulaire inter-tube.

10. - Convertisseur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le fluide calo-porteur entre par l'un des tubes concentriques et sort par l'autre.

11. - Convertisseur selon la revendication 10, caractérisé en ce que les deux tubes communiquent entre eux à leur extrémité opposée à l'entrée.

12. - Convertisseur selon la revendication 10, caractérisé en ce que les deux tubes communiquent entre eux par des canaux percés au travers de la paroi du tube intérieur.

13. - Concentrateur dans lequel un convertisseur tubulaire est placé ou non devant un réflecteur au foyer d'un miroir focalisant ou similaire, caractérisé en ce que ce convertisseur tubulaire est réalisé selon l'une des revendications 9 à 12.

14. - Installation d'irradiation solaire compor-

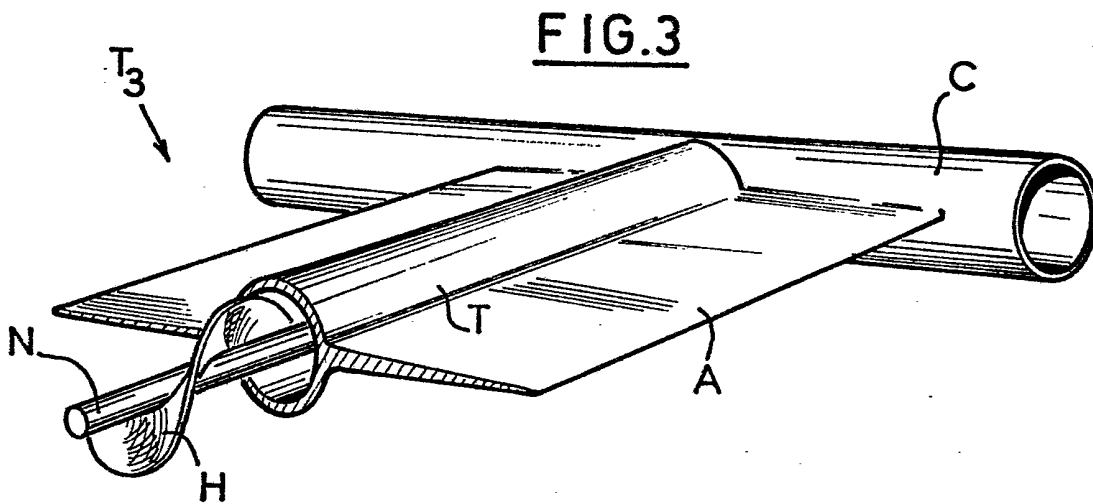
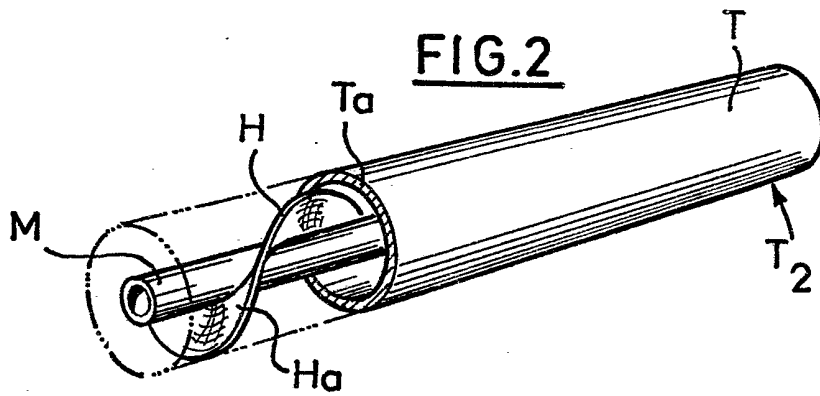
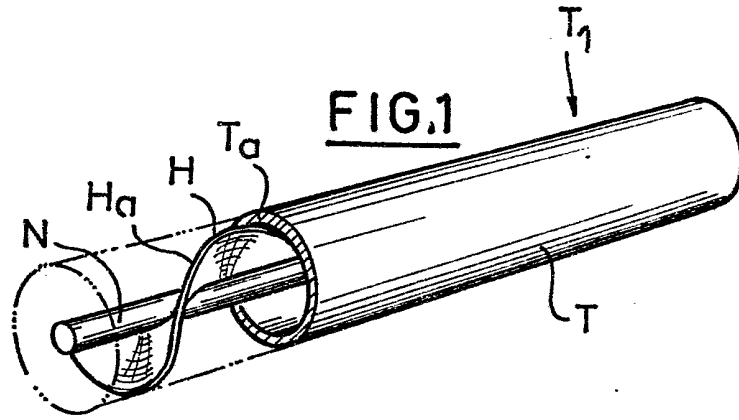
- 13 -

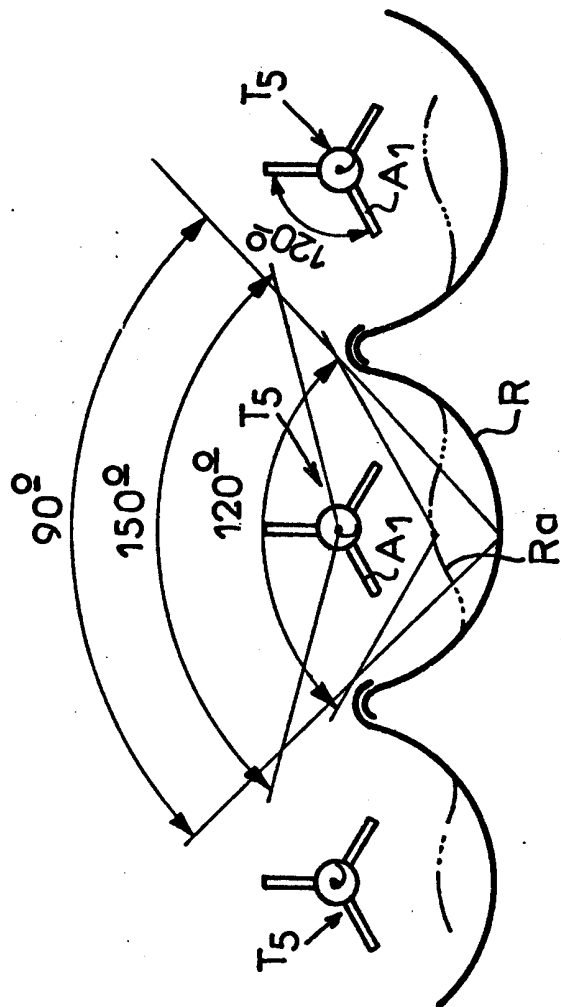
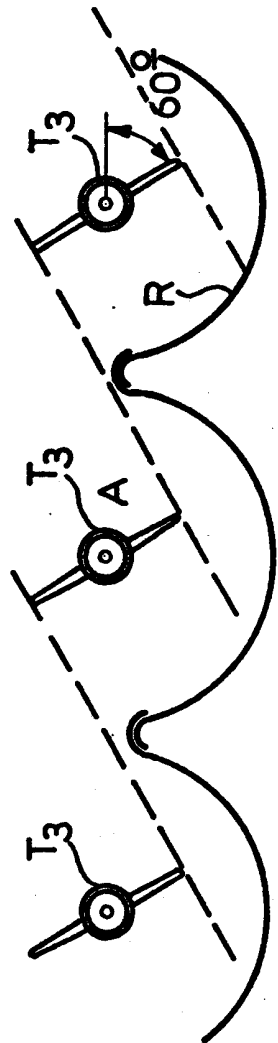
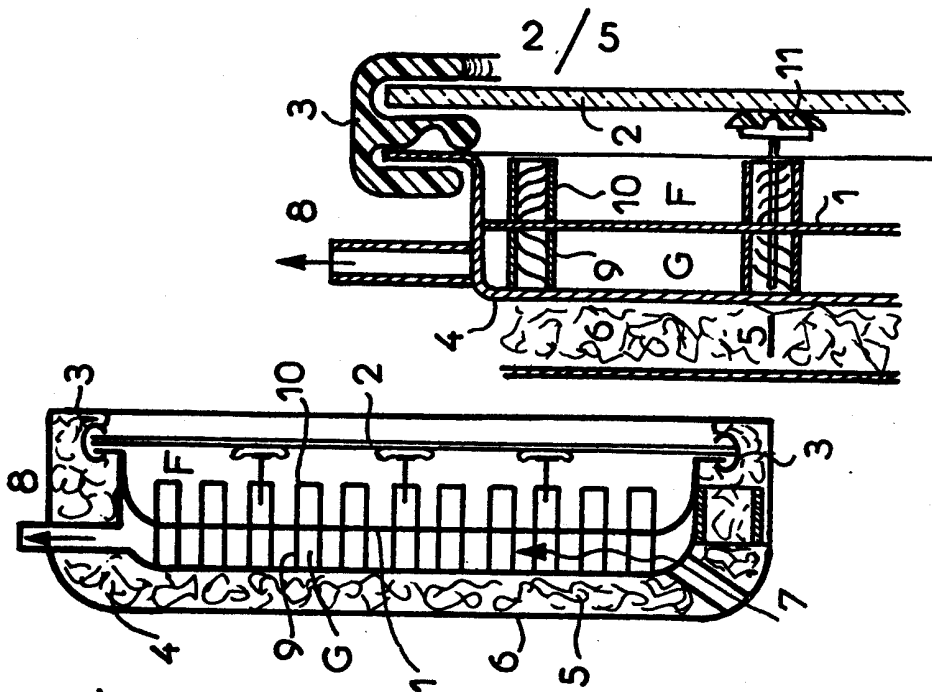
tant une pluralité de concentrateurs selon la revendication 13, *caractérisée* en ce que le miroir plan est placé au sommet du dièdre d'un réflecteur ondulé (R 10) d'ouverture au moins égale à $46^{\circ} 54$ dont le plan bissecteur
5 est perpendiculaire à l'axe du monde pour la latitude du lieu considéré, en vue d'obtenir une concentration.

15. - Convertisseur solaire comportant un réflecteur en forme de pavillon (P) conique d'ouverture 60° environ pouvant tourner autour d'un axe vertical, et un
10 tube convertisseur dont l'axe du pavillon décrivant un plan horizontal, *caractérisé* en ce que ce tube convertisseur est réalisé selon la revendication 2 des ailettes de métal conducteur bruni étant enroulées en spires autour de son tube extérieur (T).

15. - Convertisseur selon la revendication 15, *caractérisé* en ce que le réflecteur conique est fermé par une paroi transparente d'une manière suffisamment étanche pour que l'on puisse réaliser un vide relatif autour du tube convertisseur.

20. - A titre d'application, un réservoir multi-échangeur d'axe horizontal comportant dans une enceinte fermée (V), un réseau de tubes calo-porteurs (4) et un réseau de tubes calo-receveurs (x) et un fluide de transfert, *caractérisé* en ce que certains ou tous ces tubes
25 sont réalisés selon la revendication 4.





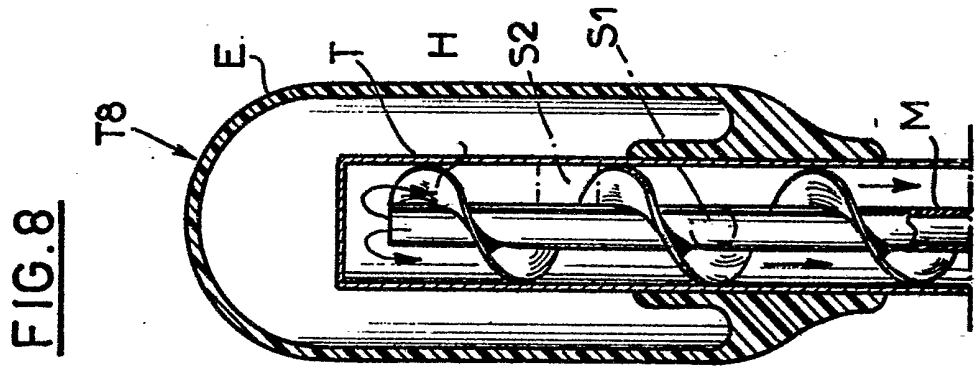
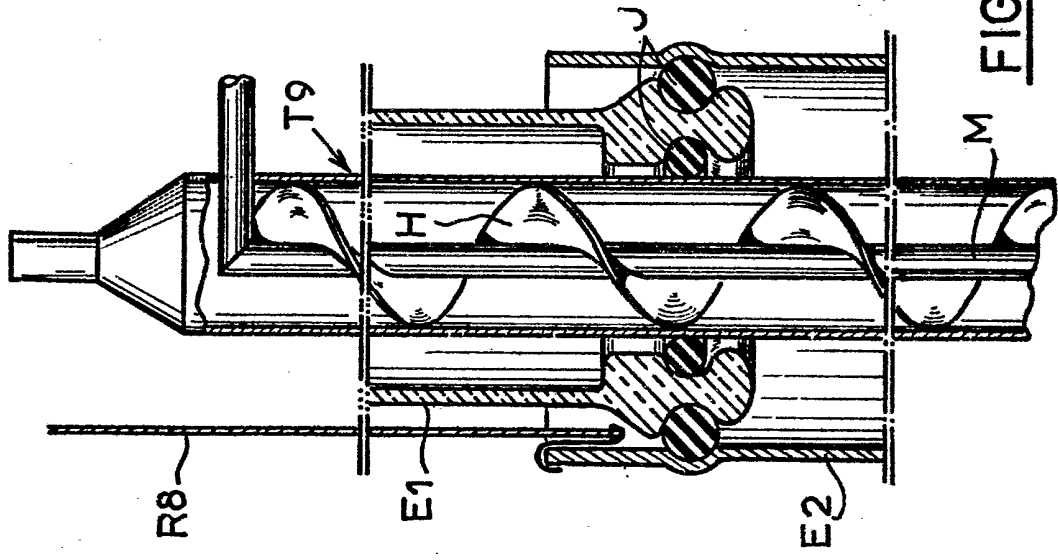
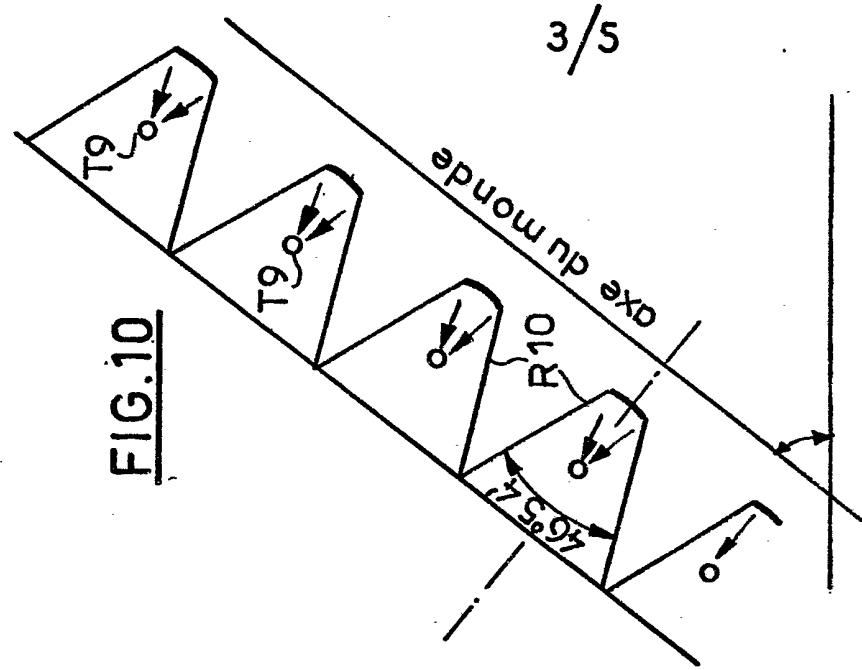
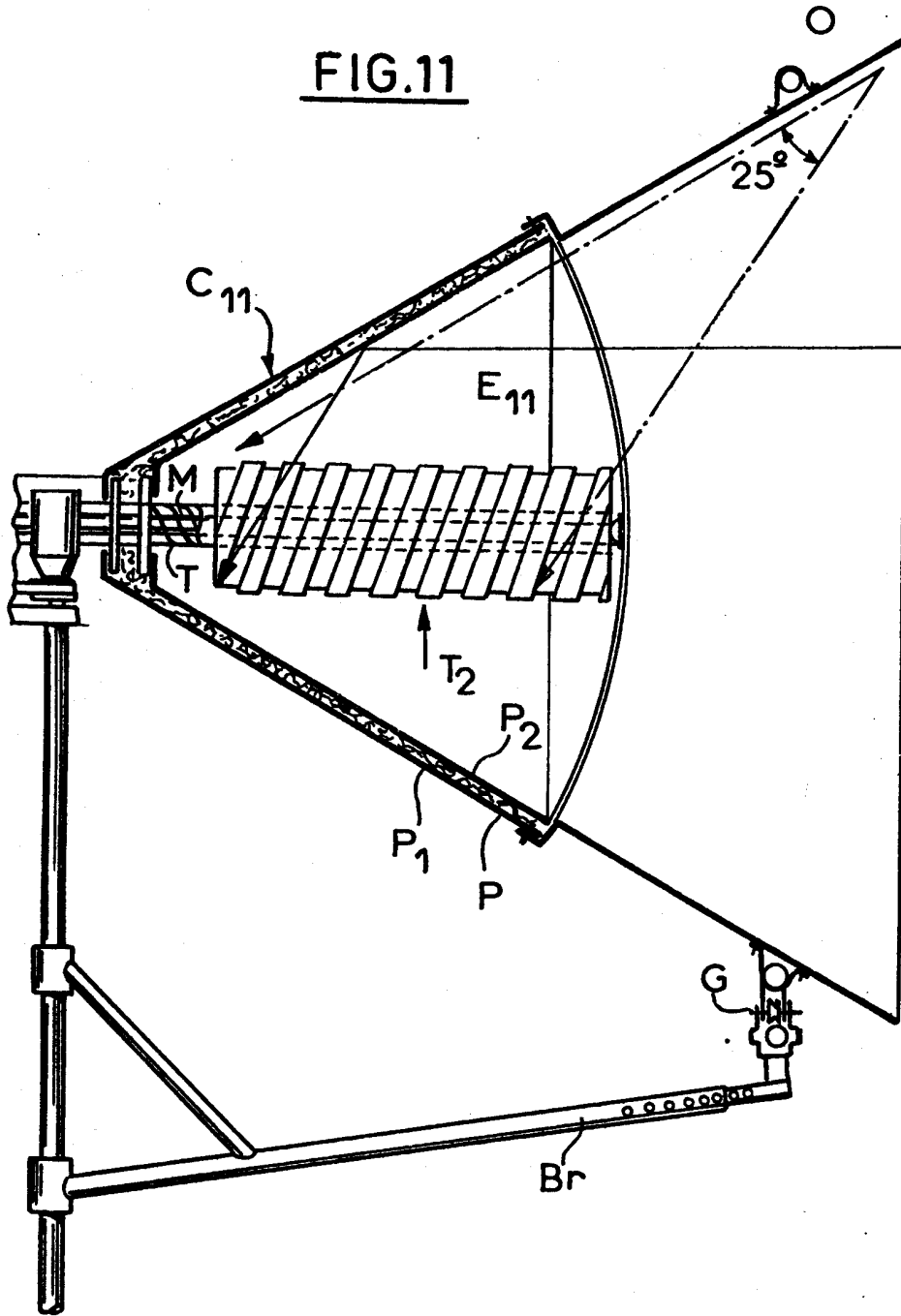


FIG. 11



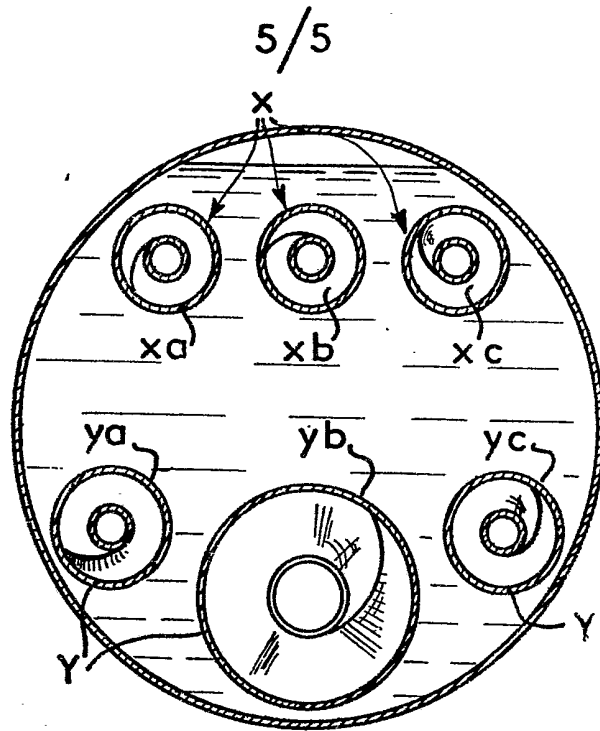


FIG. 12

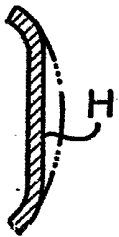


FIG. 14

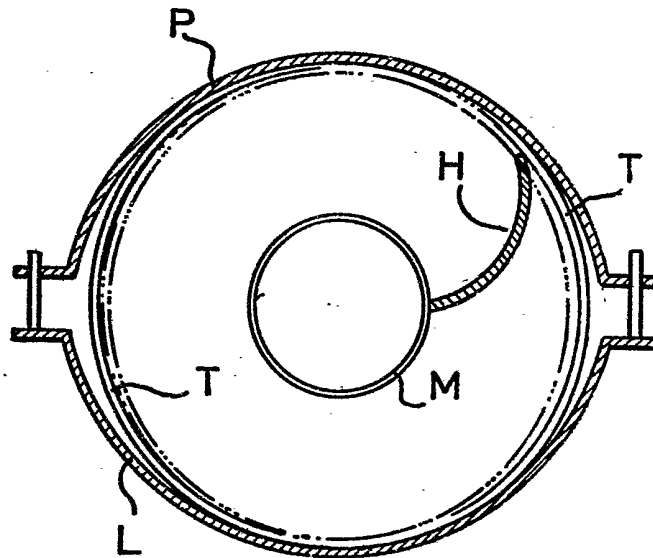


FIG. 13