

A2

**DEMANDE
DE CERTIFICAT D'ADDITION**

②①

N° 79 18761

Se référant : au brevet d'invention n° 79 11814 du 4 mai 1979.

⑤④

Système de stockage saisonnier de chaleur dans le sol appliqué au chauffage solaire.

⑤①

Classification internationale (Int. Cl. ³). F 24 J 3/02; F 24 B 9/04; F 24 D 11/02.

②②

Date de dépôt..... 18 juillet 1979.

③③ ③② ③①

Priorité revendiquée :

④①

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 6 du 6-2-1981.

⑦①

Déposant : OLIVET Jean Emile, résidant en France.

⑦②

Invention de : Jean Emile Olivet.

⑦③

Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④

Mandataire : Jean Emile Olivet,
Domaine des Albères, Laroque des Albères, 66740 Saint-Genis-des-Fontaines.

Certificat(s) d'addition antérieur(s) :

La présente addition a pour objet de décrire un certain nombre de perfectionnements apportés au brevet principal, perfectionnements portant respectivement sur :

5 un tracé de canalisations destinées au stockage, et au déstockage de la chaleur dans le sol, tracé particulièrement adapté aux petits et moyens immeubles (revendications 1, 2, 3 et 12 du brevet, notamment);

10 divers aménagements du sous-sol, destinés à optimiser les échanges et le stockage, et à limiter les pertes (revendications 1, 2, 3 et 12 du brevet, notamment);

la possibilité d'utiliser l'eau sans antigel, même par très grand froid (revendications 7, 10 et 11 du brevet, notamment);

15 la possibilité de réduire la température de stockage dans le sol, en associant au sol un autre dispositif de stockage saisonnier (revendications 1 et 11 du brevet, notamment) ;

la possibilité d'améliorer les performances moyennes de la pompe à chaleur en utilisant un appoint stocké ou stockable (revendications 9, 10 et 11 du brevet, notamment).

20 Dans un bâtiment de petite ou moyenne importance, comportant une zone de stockage dans le sol de faible volume, les pertes risquent d'être, relativement, plus importantes, et un tracé de canalisations créant dans les parties périphériques du sous-sol, à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, une température de stockage inférieure à celle qui règne au centre permet de limiter ces pertes. Un exemple est décrit par la figure 7 (Afin d'éviter tout risque de confusion, les figures de la présente addition sont numérotées à la suite de celles du brevet, celles-ci l'étant de 1 à 6).

25 La figure 7 représente un tracé qui pourra être adopté pour un bâtiment de forme rectangulaire dont les parois et le plancher sont figurés en 30. Le niveau de sol (31) dans le vide sanitaire sera établi afin qu'une intervention reste possible, en cas d'incident sur une canalisation enfouie. Le fluide caloporteur arrive, lors du stockage, par un tube 32 et un distributeur 34, puis vers les surfaces d'échange 36, symbolisées ici par huit tubes symétriques, enfouies dans la partie centrale et s'y refroidit. Les tubes 37 l'acheminent alors vers les surfaces d'échange 38 placées de façon à "envelopper" les zones les plus chaudes du sous-sol, par la création d'une région à température de transition. Le fluide, qui circule dans le sens des flèches est ensuite ramené vers le retour 33 par le collecteur 35. En hiver, la reprise de la chaleur est
35
40 obtenue en inversant le sens de circulation du fluide dans le réseau,

(entrée en 33, sortie en 32), de telle sorte que le fluide de récupération (qui peut provenir de l'évaporateur d'une pompe à chaleur) refroidit la région périphérique, éliminant ainsi tout risque ultérieur de pertes calorifiques, et permettant même, éventuellement, de capter de la chaleur sur le sol extérieur au stockage, si sa température descend au dessous de 10°. Le parcours ultérieur du fluide de récupération lui permet de se réchauffer à nouveau, et d'être utilisé avec ou sans nouveau réchauffage.

La figure 8 est une variante de la figure 7, dans laquelle le réseau chaud est implanté à proximité de la surface du sol (en sous-sol) et le réseau tiède à l'extérieur de l'immeuble, les deux implantations n'étant pas nécessairement liées. Mais l'installation présente d'autres caractéristiques particulières.

Les tubes du réseau chaud sont noyés dans une "couche de diffusion" 57 rapportée au dessus du sol du vide sanitaire 31, et surmontée par un calorifuge efficace 58. L'une des difficultés rencontrées dans le stockage de chaleur directement dans le sol réside en effet dans le risque de séchage du sol autour des canalisations chaudes, séchage qui peut entraîner le décollement du sol de la canalisation, et, en sus, une diminution sensible du coefficient de transmission calorifique. La couche de diffusion pallie ce risque.

Elle pourra être constituée, par exemple, par un produit particulièrement fluide à sec (sable notamment) dont le contact avec le sol sera parfait, et dont le contact avec le tube restera satisfaisant. Le produit sera choisi en tenant compte de son coefficient de conduction, aussi élevé que possible. La couche pourra, au contraire, être réalisée à l'aide d'un produit dont le contact intime avec le tube soit assuré et fiable, (béton vibré enrobant le tube). Le contact avec le sol devra alors être optimisé, grâce à la forme ou à la fragmentation de la couche de diffusion. Bien que la figure ne l'indique pas, le réseau "tiède" pourra être également traité de cette façon.

Par ailleurs, l'installation représentée figure 8 pourra être améliorée par la mise en place directe, dans le sol, de sachets de produits spéciaux dont les changements de phase sont obtenus à température fixe, et modérée, avec absorption (ou dégagement) d'une importante quantité de chaleur (chlorure de Calcium hexahydraté, par exemple dont le changement de phase se situe à 27 / 28°). La localisation de ce produit, figurée par le nombre 59, devra faire l'objet d'une étude spécifique à chaque cas, tenant compte, notamment, de sa température caractéristique.

Le circuit décrit dans le brevet (figure 6) implique une

interpénétration de ses divers éléments qui oblige à l'emploi d'un fluide unique, dont le volume global sera nécessairement important, notamment à cause du réservoir. Or en hiver, ce fluide circulera dans les capteurs solaires et devra être alors protégé contre les risques de gel. Les solutions sont connues. Dans le cas présent, elles seraient coûteuses et compliquées. Le risque de gel peut être supprimé en utilisant la chaleur contenue dans l'air extrait du bâtiment pour réchauffer l'eau du circuit lors de son passage dans les capteurs solaires, en hiver, et cela, suivant diverses méthodes, dont trois sont décrites ci-dessous.

La figure 9 montre la possibilité de réchauffer directement l'eau avant son entrée dans les capteurs.

L'eau arrive par un tube 39 dans une batterie de réchauffage 40 où sa température est relevée, par exemple, de $+4^{\circ}$ à $+7^{\circ}$; l'air extrait du bâtiment arrive par une gaine 42 et est rejeté à l'extérieur après avoir été refroidi, par exemple, de 20° à 8° . A sa sortie de la batterie, une canalisation 41 conduit l'eau aux capteurs solaires.

Ce dispositif, s'il est conservé en permanence, occasionne quelques pertes de chaleur, pendant les périodes où, simultanément, le rayonnement solaire est nul, et la température extérieure inférieure à 7° (dans l'exemple). En revanche, tout système d'adjonction d'antigel, ou de vidange automatique est éliminé; en outre l'installation est toujours en régime et le moindre rayonnement est capté dès son apparition. Il sera enfin facile de réguler la température de l'eau dans les capteurs au plus bas niveau compatible avec la sécurité, soit en agissant sur le débit de l'air dans la batterie, soit en ne réchauffant qu'une partie de l'eau.

Dans la variante de la figure 10, l'eau est réchauffée pendant son passage dans les capteurs. Ceux-ci comportent, entre l'élément collecteur 44 et le calorifuge 45 un espace vide 46 constituant plenum, dans lequel circule l'air (42) extrait du bâtiment. Cet air y parvient par une gaine 47 et des raccords 48 et en sort par les évacuations 49 collectées par une gaine 50 qui le rejette à l'extérieur. Le plenum 46 est conçu de telle sorte que l'échange soit optimal, et que l'air rejeté soit aussi complètement refroidi que possible. Ce plenum peut d'ailleurs être remplacé par des surfaces d'échange de forme quelconque, et notamment par de simples gaines rondes. Il est en outre possible d'assurer le parfait refroidissement de l'air en utilisant une batterie montée sur l'air, en série ou en parallèle avec les capteurs.

La figure 11 présente une autre forme de réalisation, dans le cas d'un

capteur monté par composants, dans un comble, par exemple. Ce comble (51), fermé par une toiture 52, comporte, sur le versant Sud, une ouverture vitrée 53 à travers laquelle le rayonnement solaire frappe un capteur 54 non vitré. L'air extrait est alors utilisé afin de réchauffer le comble, et particulièrement la zone 55 comprise entre la vitre et le capteur. L'air (42) arrive par une gaine 56, qui le répartit au dessus de l'ensemble des capteurs, et ressort par le bas, soit pour être directement rejeté à l'extérieur, soit pour être dissipé dans le comble avant expulsion.

Le risque de condensations, sur la vitre 53 en particulier, doit être analysé dans chaque cas, et est lié à la température extérieure mais aussi à la configuration du comble et du bâtiment.

L'abaissement de la température de stockage dans le sol peut s'imposer, dans certains cas, par suite de la configuration des bâtiments et de l'importance relative des besoins de chaleur. La surface de capteurs nécessaire est fonction directe des besoins d'hiver, et est limitée au strict minimum par le coût élevé. Elle peut alors s'avérer insuffisante, en été, pour réaliser l'apport de chaleur nécessaire dans le sol en hiver, si les pertes sont trop importantes c'est-à-dire si la température de stockage est trop élevée. Il faut aussi tenir compte du fait qu'une température de stockage élevée réduit, soit le rendement des capteurs, soit le rendement d'échange dans le sol.

Mais l'abaissement de la température de stockage conduit à l'emploi de pompes à chaleur, et le coefficient de performance de celles-ci est lié à la température d'évaporation. Toute action sur celle-ci étant difficile, il est souhaitable de travailler à l'abaissement de la température de condensation. Ce résultat peut être obtenu par l'emploi d'un réservoir de stockage étroitement associé au stockage dans le sol, réservoir dans lequel la température serait égale à la température maximale exigée au départ du chauffage (figure 4 du brevet). Mais il est également possible d'utiliser de façon plus élaborée le réservoir 16 de la figure 6 du brevet.

Les explications données ci-après tiennent compte de températures extérieures de référence, et de températures de fonctionnement du chauffage qu'il est utile de préciser au préalable. Il a été admis, pour un climat déterminé, que la température extérieure de référence était de -4° , et que la température de fonctionnement du chauffage était alors de 36° au départ, pour 20° au retour. Pour une température de $+4^{\circ}$, les températures de chauffage seraient de 30° et 20° . Si un stockage accessoire permet de faire face à l'excédent des besoins entre -4° et $+4^{\circ}$, il est

possible de régler la pompe à chaleur à 30° à la condensation et de limiter sa puissance au niveau correspondant. Lorsque la température extérieure l'exigera, la température de réglage du condenseur passera à 36°, mais la température d'alimentation de ce condenseur étant augmentée d'autant, la puissance existante suffira, et l'énergie absorbée par le compresseur ne sera accrue que faiblement (par suite de la diminution du coefficient de performance). Le rendement moyen de l'installation restera excellent.

La figure 12 montre la possibilité d'utiliser le réservoir 16, successivement, comme stockage journalier de régularisation, et comme stockage saisonnier. Cette dernière utilisation entraîne l'augmentation de sa capacité, afin qu'elle réponde à l'augmentation des besoins, quand la température extérieure sera inférieure à +4°.

En période normale (stockage de régularisation), la pompe 21 aspire l'eau par la tuyauterie 60, la vanne 61 étant fermée, et la vanne trois voies 62 bloquée dans la position correspondante. L'eau est réchauffée dans le condenseur de 20° à 30° (par exemple) et revient par les tuyauteries 63 et 64, vanne 65 ouverte et vanne 66 fermée. Le réservoir est maintenue à température constante; le chauffage des locaux est classique, avec régulation par la vanne trois voies 15, elle-même asservie à un système de référence. En période de grand froid, les besoins excédant la puissance de la pompe à chaleur, le schéma est différent. La vanne 15 est bloquée sur l'arrivée d'eau chaude, la vanne 69 étant fermée. La vanne 71 est fermée et la vanne 66 ouverte. La vanne trois voies 62 est mise en service et asservie au système de référence choisi. La vanne 61 est ouverte et la vanne 65 fermée. Le chauffage est directement alimenté par la pompe à chaleur, celle-ci étant alors alimentée non plus en eau à 20° comme précédemment (bas du réservoir), mais en eau réchauffée grâce à un mélange entre le bas et le haut du réservoir, mélange dont la température est modulée par la vanne 62 en fonction des besoins du chauffage. La pompe à chaleur, sans augmentation sensible de puissance, passe de la plage de températures 20/30° à une plage maximale 26/36°, et peut répondre aux besoins jusqu'à -4°. Son coefficient de performance s'abaisse alors un peu, mais il reste excellent, en moyenne, sur l'ensemble de l'hiver.

La figure 13 est une variante de la précédente. Le réservoir 16 est dissocié en deux réservoirs distincts: 16₁ journalier, de faible volume, et 16₂ saisonnier, de capacité adaptée aux besoins.

La régulation du chauffage reste, en permanence, assurée par la vanne trois voies 15. La température du réservoir 16₁ reste en permanen-

ce, en partie haute, égale à la température de consigne de la pompe à chaleur. Celle-ci sera, comme précédemment, de 30° jusqu'à +4° extérieurs, puis relevée en fonction des besoins au dessous de +4°.

Dans le premier cas, la vanne trois voies 72 est bloquée, l'eau ne pouvant provenir que de 16₁. Dans le second cas, elle est mise en service et esservie afin de maintenir, en haut du réservoir 16₁, la température de consigne de la pompe à chaleur. La vanne 74 est ouverte, la vanne 76 restant fermée. La réalimentation du réservoir 16₂ est réalisée normalement grâce au retour de l'installation de chauffage. La température dans le réservoir 16₂ étant nettement supérieure à 20°, la chaleur prélevée sur le réservoir saisonnier vient s'ajouter à celle qui continue à être fournie par la pompe à chaleur.

Le stockage dans le réservoir saisonnier pourra être efficacement réalisé en utilisant la chaleur latente d'un produit tel que celui qui a déjà été mentionné, stocké en sachets ou tubes étanches et autour duquel circulera l'eau. La conservation en sera facile, les changements d'état annuels étant peu nombreux.

La reconstitution du stock de chaleur sera assurée en été, ou même en période de radoucissement de la température : vanne trois voies 72 bloquée en direction de la vanne 74, elle-même ouverte, ainsi que la vanne 76, la vanne 75 étant fermée, pendant cette opération.

L'utilisation d'une énergie auxiliaire, de préférence stockable, est souvent préconisée en chauffage solaire. Elle permet, comme les solutions précédentes, de réduire la puissance de l'installation proprement solaire. La figure 14 schématise l'emploi d'une source de chaleur particulière, dans cette optique.

La plupart des logements, et plus spécialement les maisons individuelles, disposent d'une cheminée à feu ouvert, généralement alimentée au bois. Il existe, dans le commerce, des dispositifs permettant d'associer un chauffage central à une cheminée à feu ouvert, celle-ci remplaçant une chaudière. Ce matériel ne connaît que peu de succès, les servitudes d'alimentation en bois d'un feu ouvert étant peu compatibles avec la notion actuelle de chauffage central, et le confort qu'elle implique.

Un tel dispositif, au demeurant peu onéreux, s'adapte, au contraire de façon remarquable, en vue d'assurer la réponse aux pointes, dans le cas d'un chauffage solaire. Dans le cas du climat déjà évoqué, le chauffage est normalement calculé pour +16° (20° en tenant compte des chaleurs dites gratuites) par -4° soit un écart de 20°. Il serait possible de calculer le chauffage solaire par +4° ou par 0°, soit avec un écart de 16 ou même 12° suivant le cas. L'économie de puissance est alors de 20 ou 40 %

et il devient possible de choisir les matériels, et notamment la pompe à chaleur, dans une zone de puissance telle qu'ils fonctionnent avec un rendement maximal. Avec une base de 0° (économie de 20 %) il n'est théoriquement nécessaire de faire appel à l'appoint qu'un jour en moyenne par an, ce qui est mieux qu'acceptable, et les périodes de froid durable en dessous de 0° ne se manifestent que très rarement (un hiver sur dix, par exemple) et seront franchies au prix d'un effort de quelques jours. Si la base adoptée est de +4°, ce qui entraîne une puissance minorée de 40 %, et peut permettre de réaliser des installations impensables autrement, il sera nécessaire de faire fonctionner le feu de bois pendant sept à huit jours par an, ce qui reste encore très acceptable. L'association "solaire + bois" peut donc constituer une solution remarquable.

La figure 14 montre un montage en série, avec by-pass.

Le corps de chauffe 77 est figuré au dessus du foyer. Il pourra tout aussi bien constituer une plaque de cheminée ou de chenets. Il sera obligatoire de prévoir un dispositif de sécurité interdisant la fermeture de la vanne de by-pass lors du fonctionnement du feu de bois.

Le montage en série n'est pas une nécessité, mais permet de bénéficier au mieux des avantages du système, puisque le feu de bois fournit non seulement la chaleur, mais la température de départ de l'eau du chauffage. Un montage en dérivation est possible, mais présenterait l'inconvénient de réduire le volume d'eau passant dans le corps 77 et d'augmenter les risques d'usure due au feu.

L'installation d'un feu de bois est d'une façon générale considérée, en elle-même, comme un facteur de confort. Le dispositif décrit peut par conséquent s'appliquer dans toutes les petites ou moyennes installations où un appoint au gaz ou au fuel entraînerait une installation trop complexe, et où un appoint à l'électricité entraînerait un risque pour l'avenir, les jours de froid étant pour E.D.F. des jours de pointe, et l'utilisation de l'électricité en effet Joule étant à proscrire, en tout état de cause.

REVENDEICATIONS

1°- Dispositif conforme aux revendications 1, 2, 3 et 12 du brevet, dans lequel les surfaces d'échange sont constituées par deux réseaux successifs, montés en série, avec ou sans collecteur(s) intercalé(s) entre les deux réseaux, l'un des réseaux étant implanté dans la zone centrale
5 du sous-sol ou du vide sanitaire des batiments chauffés, l'autre réseau, dans lequel l'eau, comme le sol environnant, est à température plus basse, étant implanté à la périphérie des batiments, à l'intérieur ou à l'extérieur de ceux-ci, et/ou partiellement en dessous du premier réseau est utilisé afin de créer un écran aux pertes de chaleur de la zone la plus
10 chaude.

2°- Dispositif conforme à la revendication 1 ci-dessus, dans lequel les tuyauteries ou éléments constituant les surfaces d'échange sont noyés dans une couche spéciale destinée à la diffusion de la chaleur, cette couche étant réalisée à l'aide de matériaux ayant une bonne conductibilité thermique et permettant d'améliorer la liaison thermique entre les
15 surfaces d'échange et le sol.

3°- Dispositif conforme aux revendications 1, et 2 ci-dessus, dans lequel le matériau constituant la couche de diffusion est choisi pour sa plasticité (sable, par exemple) qui garantit la permanence des contacts entre la couche de diffusion, les surfaces d'échange, et le sol.
20

4°- Dispositif conforme aux revendications 1 et 2 ci-dessus, dans lequel le produit constituant la couche de diffusion est choisi pour la qualité et la fiabilité de ses liaisons thermiques avec les surfaces d'échange (béton de ciment, vibré, enrobant des tuyauteries, par exemple) et pour ses qualités propres de conductibilité.
25

5°- Dispositif conforme aux revendications 1, 2 et 3 du brevet, dans lequel le sol destiné au stockage de la chaleur est garni de masses de produit chimique à forte chaleur latente par changement de phase, ces masses étant disposées de façon à freiner la diffusion de la chaleur vers la périphérie des batiments, et à augmenter l'inertie thermique du sol, notamment au cours des intersaisons.
30

6°- Dispositif conforme aux revendications 10 et 11 du brevet, dans lequel le risque de gel dans les capteurs solaires est évité, au cours de l'hiver, grâce à l'utilisation de la chaleur contenue dans l'air extrait des batiments chauffés.
35

7°- Dispositif conforme à la revendication 6 ci-dessus, dans lequel l'eau destinée à parcourir les capteurs traverse, au préalable, en totalité ou partiellement, une batterie réchauffée grâce au passage de l'air extrait, dans sa totalité ou en partie, avec possibilité d'asservissement du niveau de réchauffage à la température de l'eau dans ou à la sortie

des capteurs.

8° - Dispositif conforme à la revendication 6 ci-dessus, dans lequel l'air extrait réchauffe, à l'aide de surfaces d'échange appropriées, la face arrière des capteurs, qui deviennent ainsi utilisables pour capter à la fois la chaleur solaire et celle de l'air extrait, avec possibilité de limiter ou d'interrompre le passage de l'air, le calorifuge arrière des capteurs, derrière le passage de l'air, pouvant être maintenu, réduit, ou même supprimé.

9° - Dispositif conforme à la revendication 6 ci-dessus dans lequel l'air extrait est utilisé afin de réchauffer le local où sont disposés les capteurs solaires, avec possibilité de réglage du débit d'air.

10° - Dispositif conforme aux revendications 6 et 9 ci-dessus, dans lequel le capteur proprement dit étant désolidarisé du vitrage, qui sépare le local de l'extérieur, le flux d'air extrait est dirigé entre le capteur et le vitrage, de haut en bas.

11° - Dispositif conforme aux revendications 10 et 11 du brevet, dans lequel le réservoir de chaleur est utilisé, successivement, soit normalement comme réservoir de régularisation journalière, soit comme réservoir saisonnier, un ensemble de robinetteries permettant alors d'écarter le réservoir du circuit d'alimentation du chauffage et de le vider plus ou moins complètement de la chaleur disponible qu'il contient, ce montage permettant de diminuer la puissance de l'installation de base, et d'améliorer le rendement moyen de l'installation.

12° - Dispositif conforme aux revendications 10 et 11 du brevet, dans lequel le réservoir de chaleur décrit dans le brevet est complété par un réservoir de chaleur saisonnier (chaleur sensible ou latente) destiné à faire face aux besoins de chaleur excédentaires des journées très froides grâce à l'utilisation modulée de la chaleur stockée et de son niveau de température, ce montage permettant de diminuer la puissance de l'installation et d'améliorer ainsi son rendement moyen.

13° - Dispositif conforme à la revendication 11 du brevet, dans lequel un système de réchauffage de l'eau, obtenu à l'aide de surfaces d'échange adéquates placées dans l'enceinte d'une cheminée à feu ouvert, alimentée en bois ou combustibles similaires, permet, par son association avec un chauffage à base solaire, de réduire la puissance installée de celui-ci, d'en diminuer le coût, d'en améliorer le rendement moyen, l'utilisation de l'installation réalisée dans la cheminée (ou dans un dispositif similaire adéquat) permettant de passer les pointes de froid grâce à l'apport de chaleur et l'augmentation de température apportés.

Fig. 7

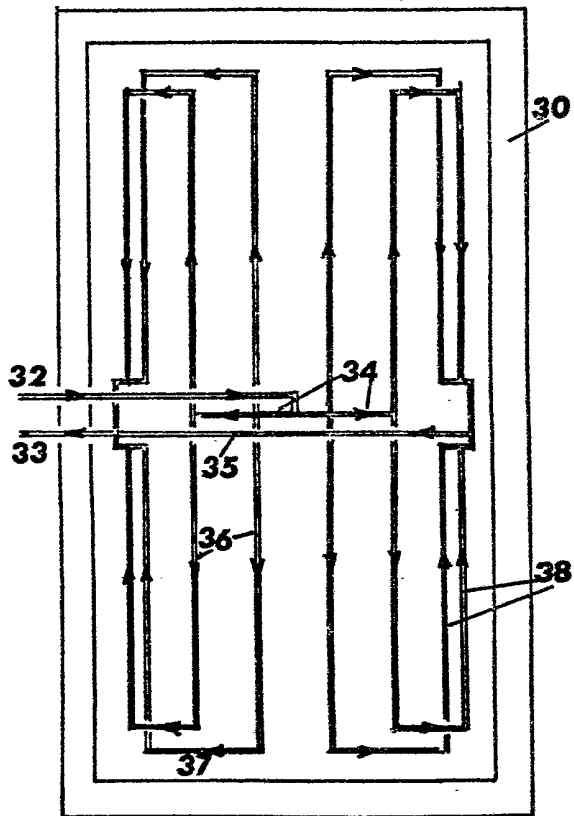


Fig. 9

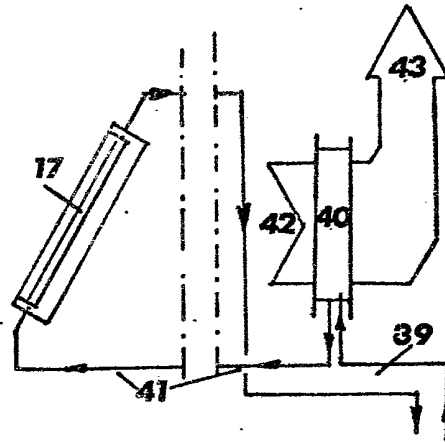


Fig. 10

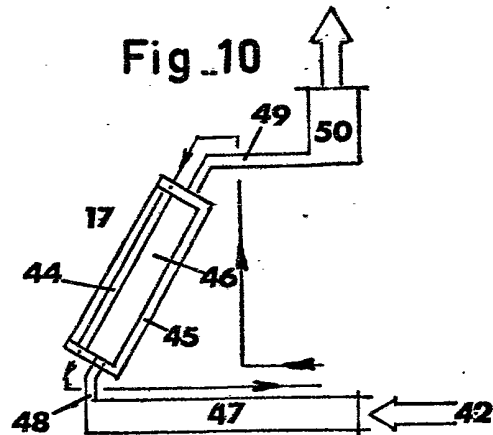
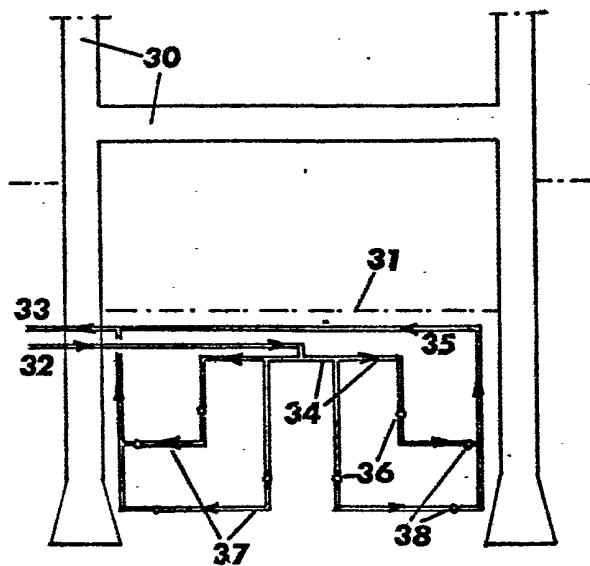
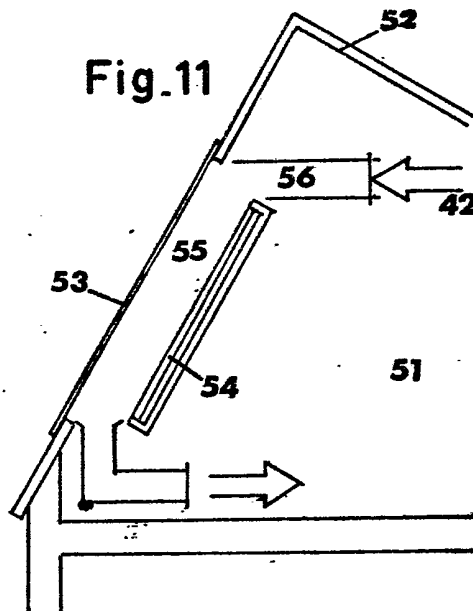


Fig. 11



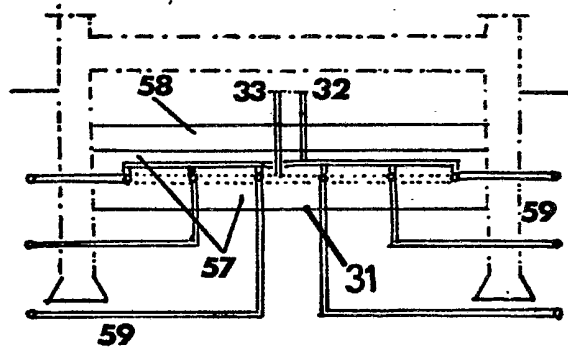
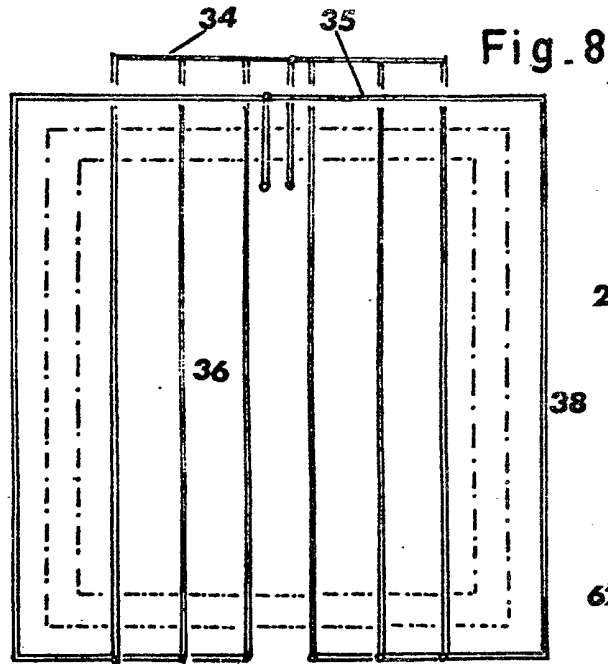


Fig. 14

