



**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

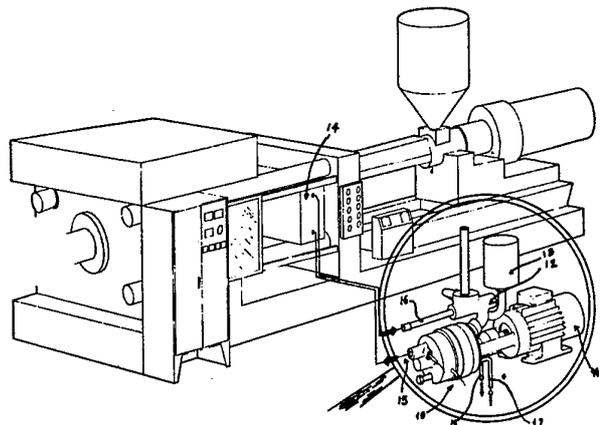
<p>⑲ Numéro de la demande: 1718/82</p> <p>⑳ Date de dépôt: 19.03.1982</p> <p>㉔ Brevet délivré le: 15.02.1985</p> <p>④⑤ Fascicule du brevet publié le: 15.02.1985</p>	<p>⑦③ Titulaire(s): Etablissement Euroburner, Vaduz (LI)</p> <p>⑦② Inventeur(s): Piotrowski, Tadeusz, Lagny (FR) Rothen, René, Aïre</p> <p>⑦④ Mandataire: Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich</p>
--	---

⑤④ **Circuit de transfert de calories à un fluide.**

⑤⑦ On réalise sous un faible volume une unité compacte composée d'un bloc échangeur/pompe (10), d'un dégazeur (12) et d'une bûche (13), assurant le transfert de calories à un fluide caloporteur destiné à chauffer une installation consommatrice de calories (14).

La connection entre le dégazeur (10) et la bûche (13) est conçue pour former un barrage thermique, ce qui permet au fluide contenu dans la bûche (13) de rester froid.

La réduction du volume total de fluide chaud permet de diminuer dans de notables proportions les pertes de chaleur vers l'ambiance.



## RENDICATIONS

1. Circuit de transfert de calories destiné à transférer des calories prélevées à une source de chaleur à un fluide caloporteur alimentant une installation consommatrice de calories, caractérisé par une unité compacte composée d'un bloc échangeur/pompe (10) comprenant un tambour rotatif (33) assurant la circulation du fluide le long d'une paroi chauffante (39) et une bache de stockage (13) reliés entre eux et montés sur un même bâti, et par deux organes de raccordement (15, 16) à l'installation consommatrice de calories.

2. Circuit de transfert selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité compacte comprend un dégazeur (12) monté sur le bloc échangeur/pompe (10).

3. Circuit de transfert selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dégazeur (12) est relié à la bache de stockage (13) par une canalisation en forme de siphon agissant comme barrage thermique.

4. Circuit de transfert selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bloc échangeur/pompe (10) comporte une thermosonde (42) entre la zone de chauffage du fluide et une pompe de circulation (34).

5. Circuit de transfert selon la revendication 4, caractérisé en ce que le fond du tambour rotatif (33) du bloc échangeur/pompe (10) comporte des événements (44, 45) permettant une circulation interne du fluide en by-pass.

6. Unité compacte pour un circuit de transfert de calories selon la revendication 1, composée d'un bloc échangeur/pompe (10) comprenant un tambour rotatif (33) assurant la circulation du fluide le long d'une paroi chauffante (39) et une bache de stockage (13) reliés entre eux et montés sur un même bâti.

7. Bloc échangeur/pompe pour un circuit de transfert de calories selon la revendication 1, comprenant un tambour rotatif (33) assurant la circulation du fluide le long d'une paroi chauffante (39).

Le chauffage par fluide caloporteur, utilisé notamment pour le chauffage des moules d'injection de matières plastiques, est réalisé au moyen d'une unité d'apport de calories, généralement mise en place à côté de la presse destinée à être équipée de ces moules. Toutefois, la fabrication de ces unités requiert une pluralité d'appareils assez chers, encombrants et délicats à mettre en place.

Dans ces unités, en effet, l'équipement de base est constitué par un échangeur dans lequel on transfère les calories au fluide et par une pompe servant à entraîner vers le circuit consommateur de calories le fluide chauffé qui revient à l'échangeur après avoir cédé ses calories, cet ensemble étant obligatoirement complété par une bache; en effet, celle-ci est nécessaire pour stocker le fluide qui n'est pas utilisé dans le circuit proprement dit et qui doit être disponible pour le remplissage de ce dernier, notamment lors du changement des moules dont les capacités sont différentes.

Même lorsqu'il est réalisé sous cette forme réduite à l'essentiel permettant le stockage, le chauffage et la circulation du fluide, un tel ensemble est composé, dans l'état actuel de la technique, d'équipements diversifiés qui sont regroupés et montés en usine, de façon à livrer aux utilisateurs une unité fonctionnelle susceptible d'être simplement raccordée au circuit d'utilisation.

La fabrication de ces unités présente les inconvénients suivants:

- approvisionnement d'une façon dispersée d'une assez grande variété de composants,
- nécessité de recourir à des monteurs de diverses spécialités pour la mise en place (soudure, brasage, tuyauterie, isolation, réglage, etc.),
- unité finalement volumineuse en raison du faible rendement des échangeurs actuellement disponibles sur le marché, d'où perte d'énergie proportionnelle à la surface globale des circuits chauds avec, en plus, des difficultés de réglage de la température par suite de la grosse inertie calorifique de l'ensemble,

- faible rendement de la pompe de circulation par suite de la longueur des canalisations à l'aspiration de la pompe,
- complexité de l'isolation, qu'il faut nécessairement assurer après montage pour chacun des divers éléments.

La présente invention se propose de remédier de façon globale à ces inconvénients.

Le circuit de transfert de calories de la présente invention, qui est destiné à transférer des calories prélevées à une source de chaleur à un fluide caloporteur alimentant une installation consommatrice de calories, est défini dans la revendication 1.

Le circuit de transfert de calories selon l'invention présente l'avantage d'offrir un ensemble compact aisément monté en usine, puis amené sur place pour un raccordement au circuit consommateur de calories. Le circuit présente aussi une amélioration de l'aspiration de la pompe de circulation, et il en résulte une augmentation de la pression de refoulement.

Afin d'éviter des phénomènes de cavitation de la pompe de circulation et d'encrassement du circuit, l'unité compacte, selon un mode d'exécution de l'invention, comprend un dégazeur monté sur le bloc échangeur/pompe.

Dès lors que l'ensemble est compact, une quantité maximale de calories est continuellement transférée à une quantité minimale de fluide caloporteur qui travaille ainsi à une température aussi peu que possible inférieure à sa température de dégradation. Il est donc essentiel, d'une part, de surveiller étroitement la température du fluide pour éviter les dégradations dues à une température trop élevée et, d'autre part, d'éviter toute surchauffe dans le cas où la circulation du fluide se ralentit dans des conditions telles que celles-ci ne peuvent être suivies en ralentissement par le système de chauffage, en raison de son inertie.

C'est pourquoi, selon un mode d'exécution de l'invention, d'une part, un contrôle de sécurité de la température du fluide se fait dans une chambre située immédiatement après son passage le long de la surface chauffante et dans une zone où le brassage du fluide est particulièrement important, si bien que l'écart entre la température du fluide dans ladite chambre et au contact avec la paroi chaude est négligeable.

Selon un autre mode d'exécution de l'invention, d'autre part, l'ensemble échangeur/pompe est conçu pour assurer une circulation interne du fluide en by-pass en cas de cessation brusque de la circulation générale dans le circuit consommateur. Cette circulation résiduelle de sécurité évite l'élévation de température critique qui se produirait dans le fluide si celui-ci restait au contact statique avec la surface chauffante, puisqu'elle fait circuler une plus grande quantité de fluide devant cette dernière.

Dans la mesure où l'on réduit dans un rapport considérable le volume du fluide caloporteur dans le circuit de chauffage, les pertes d'énergie sont déjà réduites dans les mêmes proportions. Or, si l'on réalise l'unité selon les démarches traditionnelles, il y a tout intérêt à mettre la bache en communication avec l'échangeur par un tube de fort diamètre (20 mm), pour permettre un remplissage rapide de l'ensemble du circuit lors du chargement et de la mise en place d'un nouveau moule. Dès lors que le tube est d'un tel diamètre, une circulation naturelle a tendance à se développer dans des conditions qui échauffent le fluide stocké dans la bache; il est alors regrettable de subir des pertes de calories à partir de ce fluide chaud dont le volume ne peut être réduit. Ce volume est en effet dicté par les capacités en fluide des divers circuits utilisateurs, notamment des moules dont les empreintes plus ou moins compliquées doivent être irriguées par des canaux internes plus ou moins volumineux.

Les considérations qui précèdent conduisent généralement certains fabricants d'unités à réaliser avec des tubes de faible diamètre le raccordement entre l'échangeur et la bache, ce qui allonge alors les durées d'immobilisation des presses lors des changements de moules, dont le remplissage est alors ralenti.

Selon un mode d'exécution de la présente invention, on n'a pas cherché à réduire ce volume parallèlement à la réduction de celui du circuit de chauffage, mais on s'est orienté vers la mise en œuvre d'un

moyen simple de barrage thermique entre les deux fractions du fluide caloporteur qui, d'une part, circule dans le circuit de transfert et, d'autre part, demeure statique dans la bache.

A cet effet, ledit mode d'exécution comporte un groupement échangeur/pompe/chambre de dégazage/bâche dans lequel la bache est raccordée à cette chambre de dégazage par un tube de forte section formant siphon. Cette disposition interdit une élévation de température du fluide stocké en réserve qui est ainsi thermiquement isolé du fluide chaud en circulation dans le circuit, tout en restant en contact circulatoire parfait avec ce dernier. On n'a donc pas à craindre d'oxydation du fluide stocké dans la bache, bien que celui-ci soit en communication avec l'atmosphère.

A titre d'exemple, le long d'un tube de diamètre 20 mm en forme de siphon, la température baisse de 250 à 30°C en une dizaine de centimètres, ce qui représente un gradient de température spectaculaire.

On va maintenant décrire une réalisation de l'invention qui est utilisée pour chauffer un moule d'injection de matières plastiques au moyen de calories produites par des résistances électriques et, pour mieux faire comprendre celle-ci, on se référera aux figures annexées sur lesquelles:

la fig. 1 représente une installation traditionnelle;

la fig. 2 est une vue en perspective qui montre un circuit de transfert avec une unité compacte selon l'invention, implantée pour chauffer un moule de presse à injection de résines thermoplastiques;

la fig. 3 est une vue en perspective de l'unité compacte de la fig. 2, avec coupe partielle du dégazeur et de l'échangeur/pompe;

la fig. 4 est une coupe axiale de l'échangeur/pompe de la fig. 3;

la fig. 5 est une vue en coupe horizontale selon x-x' du dispositif de dégazage représenté à la fig. 3;

la fig. 6 est un schéma en coupe verticale illustrant le fonctionnement du siphon de la fig. 3, et

la fig. 7 est un diagramme illustrant les volumes de fluide respectivement utilisés dans les diverses fractions d'un circuit traditionnel (fig. 1) et du circuit selon l'invention (fig. 2).

On va tout d'abord rappeler, en se référant à la fig. 1, comment se présentent les installations traditionnelles de chauffage par fluide caloporteur. L'ensemble comporte essentiellement un échangeur 1, une bache de réserve 2, une pompe de circulation 3 et des conduites telles que 4 et 5.

Dans l'exemple représenté, l'échangeur 1 est situé en dessous de la bache de réserve 2, qui l'alimente par gravité, et la pompe de circulation 3 est située à la partie supérieure. Le fluide caloporteur est envoyé au circuit utilisateur de calories par la conduite 4 et revient vers l'échangeur par la conduite 5. Tous ces appareils, dont les capacités s'ajoutent, sont reliés entre eux par plusieurs tuyauteries de connexion, notamment par un by-pass 6.

L'échangeur 1 est lui-même assez volumineux, car il comporte, d'une part, des moyens de chauffage constitués par des résistances électriques 7 contenues dans des gaines étanches qui apportent les calories au fluide dans lequel elles baignent et, d'autre part, des moyens de refroidissement 8 permettant de fournir des frigories au fluide lorsque le cycle du circuit utilisateur l'exige.

Au-dessus de l'échangeur se trouve une bache 2 dont la fonction est de garantir un remplissage suffisant du circuit complet en fluide caloporteur. La bache sert également à stocker un excédent de fluide lorsque le circuit utilisateur est de faible capacité.

Entre les conduites 4 et 5 est raccordé un by-pass 6 qui dérive la circulation du fluide lorsque le circuit utilisateur est obstrué accidentellement.

L'ensemble requiert une importante quantité de fluide pour couvrir dans l'échangeur les gaines étanches des résistances électriques de chauffage 7 et le circuit de refroidissement 8, et pour remplir les nombreuses tuyauteries de connexion, ce qui pose des problèmes de puissance de chauffe et de régulation lorsqu'il faut faire varier rapidement la température d'utilisation.

La multiplication des connexions, outre qu'elle augmente les risques de fuite, demande un temps de montage assez important.

Lorsque l'ensemble est regroupé et livré sur un même bâti carrossé, il reste malgré tout très encombrant. Les pertes d'énergie par échange de chaleur sont importantes, car la surface de contact de l'ensemble avec l'extérieur est importante. On y remédie par une isolation 9, mais celle-ci est onéreuse car elle requiert tout de même une main-d'œuvre supplémentaire.

Bien que rapide, la description qui précède met en évidence, à l'appui de l'exemple représenté, les principaux problèmes que posent les installations traditionnelles:

- disparité des composants et de la robinetterie,
- encombrement global,
- perte de calories,
- régulation délicate à cause de l'importante inertie calorifique,
- faible rendement de la pompe de circulation,
- perte de temps au montage.

Maintenant que les structures générales des installations traditionnelles ont été rappelées, on va décrire une installation selon l'invention.

Sur la fig. 2, on a représenté en bas et à droite, à l'échelle très agrandie, schématisée par une loupe, une unité compacte comportant un échangeur/pompe 10, qui sera décrit plus en détail ci-après, son moteur électrique d'entraînement 11, un dispositif de dégazage 12 et une bache d'alimentation 13; l'échangeur peut être entièrement usiné et monté en atelier, et il suffit ensuite de l'équiper d'un moteur et de carrosser l'ensemble pour disposer d'une unité utilisable sur le site du circuit consommateur des calories. Ce circuit est constitué par un moule 14 monté sur une machine à mouler par injection les matières plastiques.

Bien que les moules soient toujours réalisés en deux parties respectivement alimentées en fluide caloporteur, on n'a, dans un but de simplification, représenté qu'un seul circuit consommateur de calories, les caractéristiques de l'invention s'appliquant bien entendu à un double circuit comportant deux sous-circuits en parallèle.

Lorsque l'utilisateur reçoit l'ensemble compact carrossé, le raccordement au circuit consommateur s'effectue par deux (éventuellement quatre) branchements 15 et 16 assurant la circulation du fluide caloporteur, et deux branchements 17 et 18 pour le circuit de refroidissement annexe.

La fig. 3 met en évidence la compacité de l'ensemble échangeur/pompe. En effet, comme on peut le voir sur la coupe, le fluide circule à l'intérieur d'une enveloppe cylindrique de 125 mm de diamètre et de 110 mm de longueur, à l'intérieur de laquelle sont inclus les serpents 19 du circuit de refroidissement. Le chauffage est assuré par des résistances noyées dans la couronne extérieure 20 dont la coupe est hachurée en quadrillé. La couronne circulaire de chauffage est constituée de trois secteurs égaux comprenant chacun une résistance de 1,6 kW; l'ensemble possède donc une puissance calorifique de près de 5 kW.

Etant donné la proximité des résistances de chauffage, deux perfectionnements sont mis en œuvre pour éviter un échauffement de l'arbre d'entraînement du moteur 11: d'une part, une chambre 21 a été prévue comme barrage thermique dans le flasque de l'échangeur/pompe, côté entraînement; d'autre part, le palier 22 le plus proche du moteur ayant été aileté, il est ainsi refroidi par la soufflante du moteur électrique.

Grâce à ces deux perfectionnements, la garniture d'étanchéité 23 de l'arbre ne dépasse guère 130°C.

On peut estimer que l'ensemble échangeur/pompe dont le fonctionnement sera décrit à l'appui de la fig. 4 occupe un volume environ huit fois plus faible qu'un échangeur traditionnel.

La fig. 5 illustre également le fonctionnement du dégazeur 12 qui est monté directement sur l'ensemble échangeur/pompe 10. Le fluide qui revient du circuit consommateur arrive par le tube 16 et pénètre dans la chambre 24 où sa vitesse se trouve réduite, par suite de l'accroissement de la section de passage à la sortie du tube 16. Ce ralentissement, schématisé sur la fig. 5, permet au fluide de se détendre légèrement en perdant l'air ou les vapeurs d'huile qui ont été entraînés par le flux créé par la pompe de circulation. Cet air ou ces

vapeurs d'huile se dégagent vers le haut et sont évacués à l'atmosphère en passant par le tube vertical 25 qui est vissé à la partie haute du dégazeur 12.

Après son repos dans la chambre 24, le fluide repart vers l'échangeur/pompe 10 en suivant la flèche tracée sur le filtre 26 qu'il traverse. Ce filtre est monté directement à la partie inférieure du dégazeur 12. Il retient les particules solides qui peuvent avoir été entraînées, notamment les impuretés introduites lors du remplissage. Ce filtre peut être démonté en dévissant le bouchon 27.

La fig. 3 met en évidence une connexion entre le dégazeur 12 et la bache 13 formant barrage thermique. Ce barrage thermique permet de garder une communication de forte section entre la bache et le dégazeur, ce qui évite un désamorçage de la pompe de circulation lors du remplissage d'un nouveau circuit d'utilisation à partir du fluide stocké dans la bache 13.

A la partie supérieure de la chambre 24 du dégazeur, un orifice latéral, non visible sur la coupe, permet le branchement d'un tube 28 assurant la connexion avec la bache 13. Ce tube est horizontal au départ, puis s'incline vers le bas pour être finalement coudé vers le haut jusqu'à une direction verticale lorsqu'il est raccordé au-dessous de la bache 13. Comme indiqué sur le schéma de la fig. 6, ce tube se présente sous la forme d'un siphon.

Il est connu que dans un réservoir vertical contenant un fluide chaud, même en l'absence de toute agitation, il se produit à l'intérieur dudit réservoir des mouvements qui sont dus à un refroidissement inégal dudit fluide chaud. Ces mouvements provoquent un classement du fluide par tranches horizontales de même température; le fluide le plus chaud se trouve en haut, puis la température des tranches inférieures baisse progressivement, le fluide le plus froid se trouvant à la partie la plus basse. C'est d'ailleurs pourquoi dans les chauffe-eau on prélève l'eau à la partie supérieure.

Le schéma de la fig. 6 illustre une application de ce phénomène dans le tube en forme de siphon qui met en communication le dégazeur 12 avec la bache 13. Le tube 28, 29, 30 étant de forte section, on peut le considérer comme un réservoir vertical. Dans ce réservoir, le fluide chaud, en communication avec le dégazeur 12, se trouve à la partie supérieure repérée 29 et le fluide froid, en communication avec la bache 13, se trouve à la partie inférieure repérée 30. Le classement par tranches horizontales de température décroissante (quand on descend) est déjà réalisé et aucun mouvement de brassage naturel du fluide ne se produit. De plus, le flux liquide traversant le bas de la chambre 24 du dégazeur 12 ne peut pas donner de brassage parasite, car le tube 28 est, d'une part, raccordé à la partie haute du dégazeur 12 où l'écoulement du fluide est le plus lent et, d'autre part, la direction du raccordement est perpendiculaire à cet écoulement.

Sur la fig. 4 est représenté un bloc pompe/échangeur, réalisé d'après le brevet suisse N° 596530, qui comporte deux perfectionnements selon l'invention.

Il est nécessaire de rappeler brièvement le fonctionnement d'un bloc échangeur/pompe, objet du brevet ci-dessus, avant d'en décrire lesdits perfectionnements.

Le fluide ayant cédé ses calories provient du circuit consommateur par l'orifice indiqué par la flèche I; il suit le canal 31, puis circule parallèlement à l'axe d'entraînement 32 commun au tambour rotatif 33 et à la pompe 34 du type à entraînement. Les caractéristiques de ce type de pompe sont décrites dans le document «Die Kreiselpumpen für Flüssigkeiten und Gase», par le Dr. Ing. Pfeiderer, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1949. Il vient contourner la chicane cylindrique 35 (flèche II) et pénètre à l'intérieur du tambour 33 pour se rendre dans la chambre 36 en traversant le faisceau tubulaire de refroidissement 37. Le tambour 33 tourne rapidement; il possède des nervures 38 disposées en hélice à sa surface cylindrique extérieure, nervures qui aspirent le fluide (flèche III) et entraînent rapidement le long de la paroi 39 chauffée par les résistances 40 disposées sur toute sa périphérie.

L'espace entre les nervures 38 du tambour 33 et l'intérieur de la paroi 39 étant de l'ordre de 0,1 mm, le fluide est chassé très rapidement et ne reste pas en contact avec cette paroi, qui est la plus

chaude. On ne risque donc pas de carbonisation due à un trop fort échauffement. Après son passage contre la paroi chauffante 39, le fluide arrive dans la chambre annulaire 41 (flèche IV) dans laquelle est disposée une sonde de température 42. Puis il pénètre en 43 dans les volutes de la pompe à entraînement 34, il traverse la pompe suivant un trajet non représenté en coupe (flèche en pointillés V) pour être envoyé vers le circuit consommateur par l'orifice repéré par la flèche VI.

L'alimentation électrique des résistances 40 peut être coupée lorsque la température indiquée par la sonde 42 dépasse une température prédéterminée, afin d'éviter une surchauffe du fluide, et rétablie dès que la température de l'huile est ramenée au-dessous de cette température critique. Il est possible de mesurer la température du fluide dans la chambre 41 plutôt que lorsqu'il est en contact avec la paroi la plus chaude 39, car l'agitation due à la rotation du tambour 33 ainsi que le balayage du fluide le long de la paroi 39 sont très importants, et l'écart entre la température du fluide entre ces deux zones est négligeable.

On prévoit également une seconde sonde jouant le rôle de soupape de sécurité à une température un peu plus élevée que celle à laquelle travaille la sonde 42.

Dans un deuxième perfectionnement à l'échangeur/pompe, on a percé sur le fond du tambour 33 des événements dont deux sont représentés en 44 et 45. Ces événements sont destinés à assurer une circulation interne du fluide dans l'échangeur si le flux s'interrompt brusquement dans le circuit d'utilisation. Dans ce cas, bien que la pompe centrifuge 34 ne débite plus, il se produit une circulation interne sous l'action des cannelures hélicoïdales 38 du tambour rotatif 33 qui agissent comme une pompe. Le fluide chassé le long de la paroi 39 arrive dans la chambre 41, traverse les événements 44 et 45, vient se refroidir sur le faisceau tubulaire 37, arrive dans la chambre 36 avant d'être entraîné à nouveau par les cannelures 38 du tambour 33. On évite ainsi une carbonisation du fluide qui serait inévitable dans le cas où la circulation s'arrêterait, car la quantité de fluide au contact avec la paroi chaude est très faible.

Grâce à ce deuxième perfectionnement, on remplace le by-pass extérieur utilisé dans les installations traditionnelles. En fonctionnement normal, les événements 44 et 45 percés dans le tambour 33 ne perturbent que faiblement les conditions d'aspiration de la pompe 34. Bien qu'il ait été constaté qu'une pompe 34 du type à entraînement donne les meilleures caractéristiques de fonctionnement, toute pompe peut bien entendu être utilisée, et en particulier une pompe centrifuge.

Sur la fig. 7, afin de faire ressortir les avantages essentiels de l'invention, on a représenté, sur la partie gauche, une installation traditionnelle permettant la régulation de température d'un moule d'injection M et, sur la partie droite, une installation selon l'invention permettant la régulation d'un outillage de même capacité M.

Les volumes des différentes parties du circuit (moule M, échangeur, pompe et canalisations E, e et bache de réserve R) sont portés sur deux diagrammes en bâtonnets de part et d'autre du plan médian de la figure: à gauche les volumes correspondant à l'installation traditionnelle et à droite les volumes d'une installation selon l'invention.

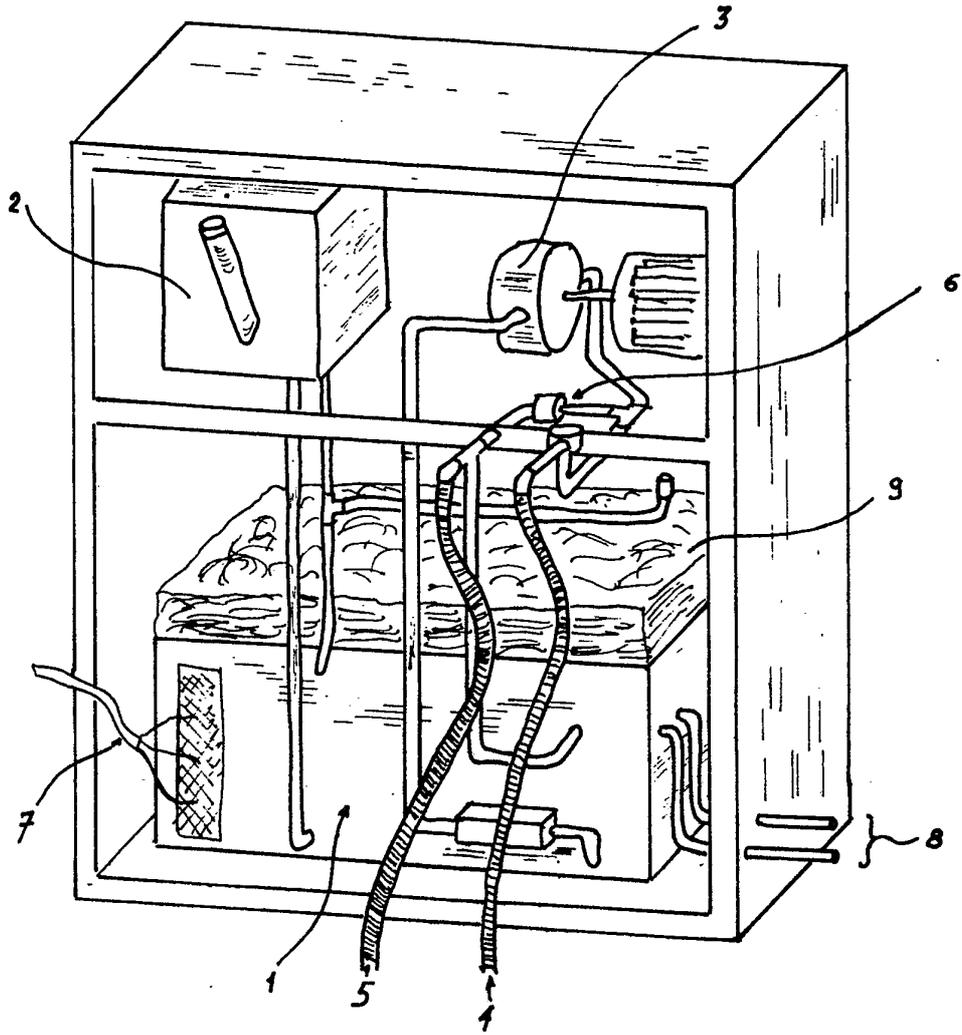
Les zones où le fluide calorifique est chaud et risque de perdre des calories sont hachurées. En particulier, on peut noter que le fluide contenu dans la bache de réserve raccordée selon l'invention n'est pas chaud, donc non hachuré.

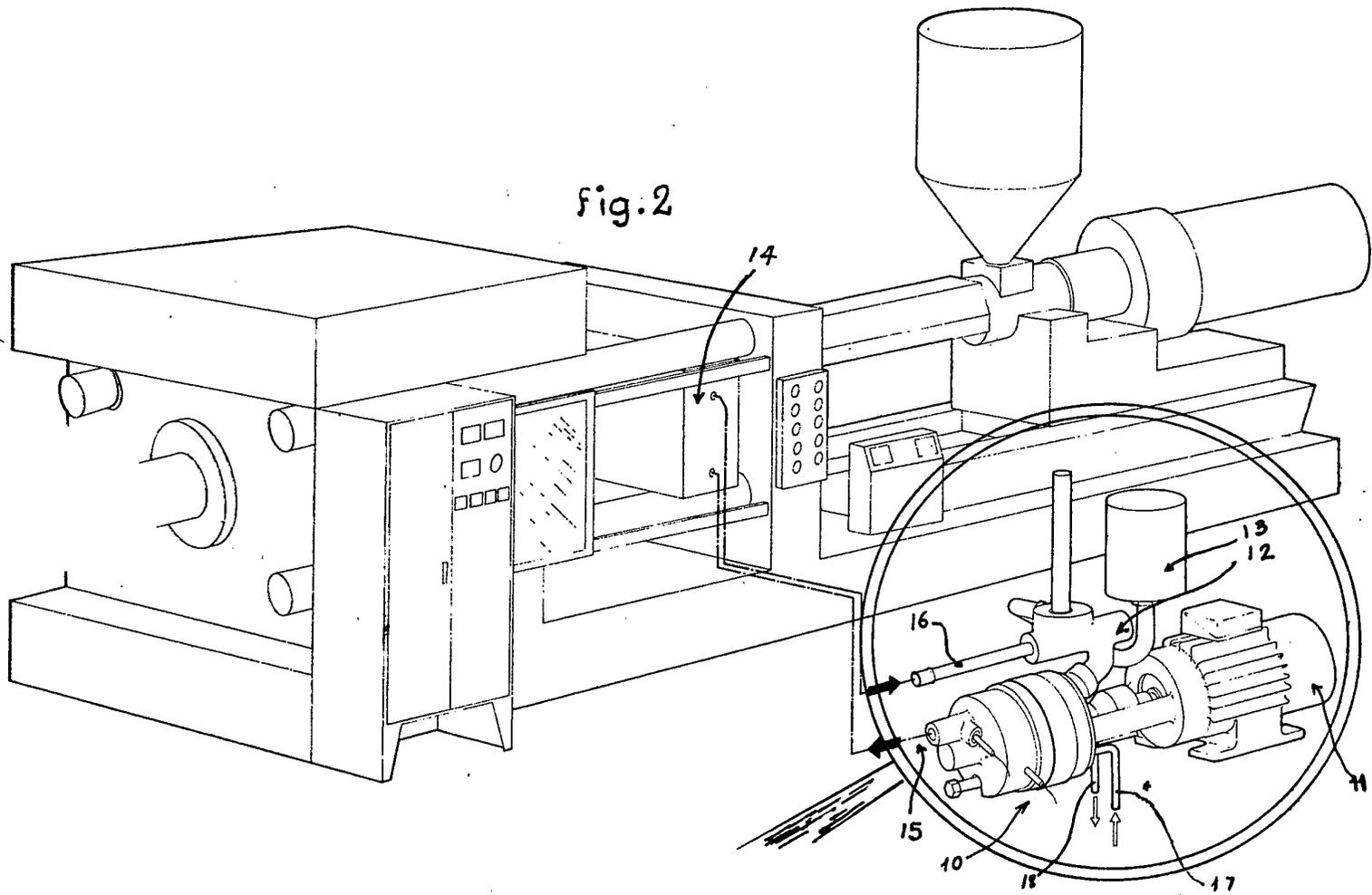
Les volumes M et R, qui sont tributaires des circuits d'utilisation, ont les mêmes valeurs dans les deux exemples.

Il est évident que le gain essentiel est dû à la construction compacte et au bon rendement de l'échangeur/pompe, dont la réduction de volume par rapport à un échangeur traditionnel est dans le rapport 8:1.

Mais, en plus, le fait de disposer d'une réserve d'huile disponible qui reste froide permet encore de réduire les pertes de calories. Le volume de fluide chaud se trouve réduit dans la proportion 10:1.

fig.1





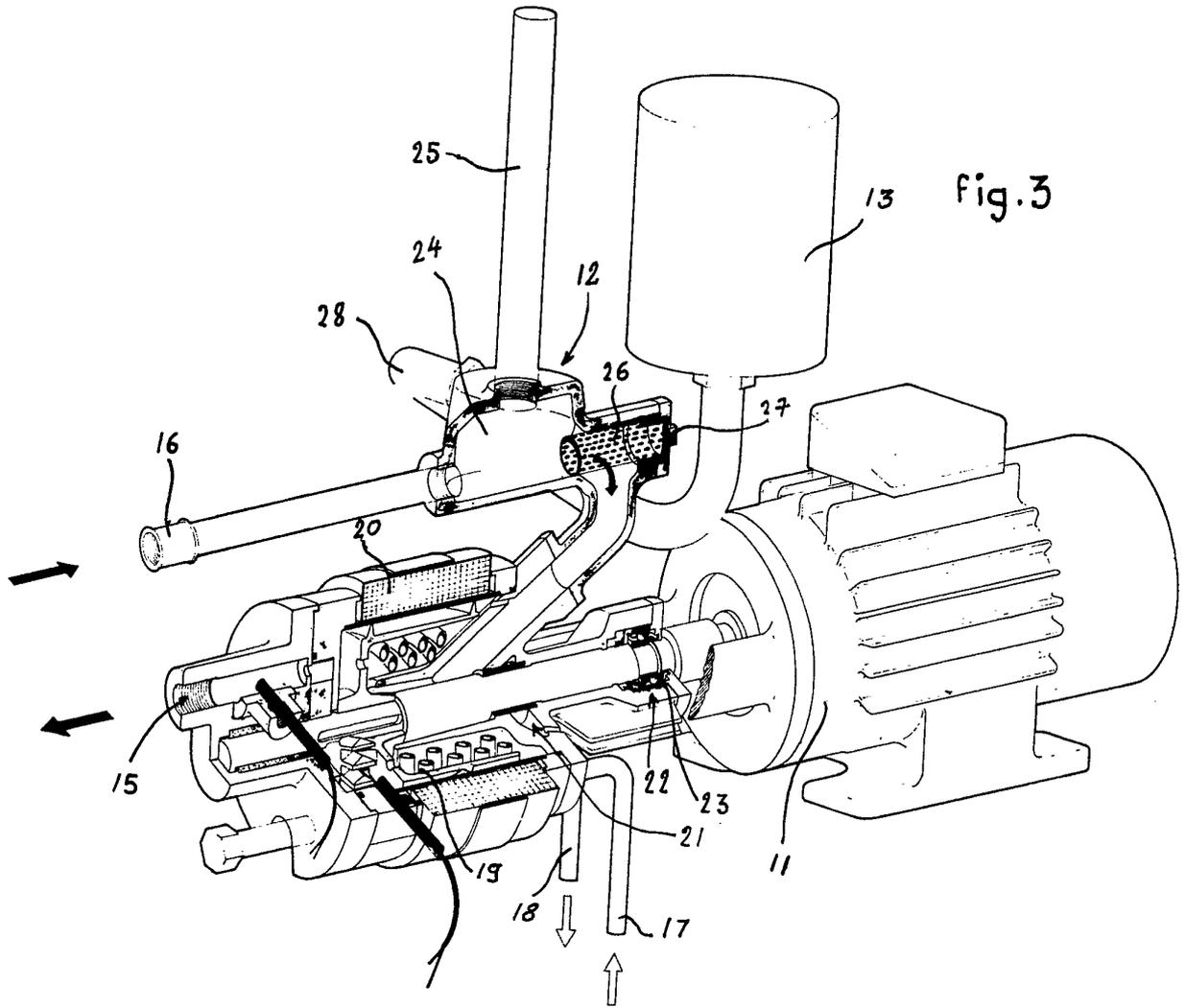


fig.4

