



N° 879.592

Classif. Internat.: F28 D | E02 D

Mis en lecture le: 15 -02- 1980

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention ;

Vu le procès-verbal dressé le 23 octobre 1979 à 14 h. 27
au greffe du Gouvernement provincial de Liège;

ARRÊTE :

Article 1. — *Il est délivré à* MM. Franco CARMINATI, et Leonard MARCHAND,
resp. : Allée des Sorbiers 5, 4051 Neupré,
et : rue du Centre 37, 4051 Neupré,

repr. par l'Office de Brevets E. Dellicour à Liège,

un brevet d'invention pour : Nouveau procédé de récupération et de
stockage de calories dans le sous-sol,

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 14 novembre 1979

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :


L. SALPÊTEUR
Directeur

873532



Mémoire descriptif déposé à l'appui d'une demande de

B R E V E T D ' I N V E N T I O N

aux noms de :

Franco CARMINATI et Léonard MARCHAND

pour :

"Nouveau procédé de récupération et de stockage de calories
dans le sous-sol".



Différents procédés ont été proposés en vue de la récupération des calories contenues dans le sous-sol. Un des procédés le plus usité consiste à déposer horizontalement des caloducs monotubes au fond de tranchées dépassant rarement deux mètres de profondeur.

Les caloducs se trouvent donc dans la tranche superficielle de terrain subissant les variations saisonnières de température ; l'épaisseur de cette tranche peut atteindre selon le type de terrain cinq à sept mètres. Dans de telles conditions, l'efficacité du système se trouve donc diminuée pendant la période hivernale. De plus, étant donné l'horizontalité du dispositif, celui-ci requiert des superficies de mise en oeuvre très importantes ; par exemple, dans le cas d'habitations unifamiliales, de l'ordre de deux fois la surface habitable.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients et de développer un nouveau procédé pour la récupération des calories du sous-sol et de l'eau qu'il contient. Le procédé conforme à l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à exploiter une tranche de terrain, comprise entre deux et plusieurs dizaines de mètres, par des caloducs verticaux constitués de deux tuyaux disposés concentriquement, l'échange de chaleur avec le terrain s'effectuant lors du passage du fluide dans le tuyau extérieur. Un équipement pour la mise en place de caloducs destinés à réaliser le procédé suivant l'invention consiste avantageusement en un cadre supportant deux molettes d'entraînement disposées dans le prolongement l'une de l'autre pour enserrer entre leurs gorges le tuyau extérieur du caloduc disposé verticale-



ment, l'axe d'une des molettes étant monté de manière fixe sur le cadre et l'axe de l'autre molette étant monté de manière articulée. La pression des molettes sur ledit tuyau est assurée par un vérin, un couple moteur étant appliqué à chacune des molettes.

L'invention est décrite maintenant plus en détail sur la base des dessins annexés, à titre d'exemples unique-ment, montrant en :

Figure 1 une coupe longitudinale dans un caloduc utilisé avec le procédé suivant l'invention ;

Figures 2a et 2b deux réalisations d'une tête de jonction pour caloducs suivant figure 1 ;

Figure 3 une vue schématique d'un équipement de mise en place de caloducs pour la réalisation du procédé suivant l'invention ;

Figure 4 une vue schématique d'une variante de l'équipement de figure 3, et

Figure 5 une vue schématique d'une variante dans le mode de mise en place du caloduc.

Les caloducs (figure 1) utilisés pour réaliser le procédé de récupération et de stockage de calories dans le sous-sol sont constitués de deux tuyaux 1, 2 disposés concentriquement. Le tuyau extérieur 1 présente pour principales caractéristiques :

- une conductibilité thermique suffisamment élevée pour assurer un échange thermique satisfaisant entre le terrain et le fluide caloporteur ;
- des propriétés de résistance mécaniques adaptées à la méthode de mise en place, telle que celle décrite plus loin ;
- une résistance à la corrosion conférant aux tuyaux la lon-

gévité requise pour l'installation (par exemple trente ans pour une installation domestique) ;

- un diamètre de 30 mm environ.

Le tuyau intérieur 2, quant à lui, assurera la même longévité aux seules contraintes de température. Quel que soit le système dans lequel ce procédé est intégré, les températures restent comprises entre les valeurs extrêmes de -5°C et $+120^{\circ}\text{C}$. Ledit tuyau peut être constitué d'une matière synthétique semi-rigide.

La circulation du fluide caloporteur peut se faire indifféremment du tuyau intérieur 2 vers le tuyau extérieur 1 ou inversement, l'échange de chaleur avec le terrain s'effectuant lors du passage dans le tube extérieur 1. Le dispositif fonctionne soit en récupération de calories, soit en stockage dans le terrain suivant que la température du fluide caloporteur est inférieure ^{ou} supérieure à celle du terrain environnant. Les caloducs peuvent être reliés en leur tête partie en série partie en parallèle. Deux exemples possibles de têtes de jonction sont données aux figures 2a et 2b ; en figure 2a la tête de jonction 3 comporte un raccordement 3' au tuyau extérieur 1 et un raccordement 3'' au tuyau intérieur 2, tandis qu'en figure 2b la tête de jonction 4 est constituée par un seul raccordement au tuyau extérieur 1 avec deux embouchures 4', 4'', dont l'une est destinée à l'insertion d'un tuyau souple 5 à relier au tuyau intérieur 2.

La mise en place du tuyau extérieur, rapide et visant à assurer un contact optimum entre les caloducs et le sous-sol, est adaptée aux conditions locales de terrain.

En roches compétantes, le forage préalable d'un



trou de faible diamètre est nécessaire. Dans ce cas, le tuyau extérieur 1 est simplement introduit dans le forage. En présence d'une nappe aquifère, le contact caloduc-terrain est excellent ; dans les autres cas, le contact médiocre peut être amélioré par l'injection d'un coulis de ciment, de bentonite, ou autre entre le tuyau et le terrain.

En roches meubles on distingue trois cas sur base des résistances à la pénétration du tuyau 1 au niveau de sa pointe 1' (résistance à la pointe) et par frottement entre le tuyau et le terrain (résistance au frottement latéral).

Dans le cas d'un terrain présentant une force de frottement et une résistance à la pointe faibles, l'enfoncement des tuyaux est réalisé au moyen de l'équipement schématisé à la figure 3, où l'on distingue :

- le tuyau extérieur 1. La résistance totale à la pénétration, termes de pointe et de frottement latéral additionnés, vaut P. Dans la pratique, on se limitera le plus souvent à des valeurs de P de 10 tonnes, se réservant néanmoins la possibilité de pousser jusqu'à 20 tonnes dans des cas exceptionnels.
- les molettes d'entraînement 6 et 6', dont la gorge épouse au mieux le tuyau, présentent un diamètre suffisant (de l'ordre de dix fois le diamètre du tuyau) et un espace libre 7 entre les molettes réduit au minimum (quelques mm), afin d'éviter toute déformation du tuyau par la pression des molettes. L'axe 8 d'une des molettes (6) est fixe par rapport à un cadre 9, l'autre 8' est articulé au cadre 9 par l'intermédiaire d'une barre 10.
- un verin 11 assure la pression R de chacune des molettes sur le tuyau.

- un couple moteur 12 est appliqué à chacune des molettes.

On a les relations :

$$W = P.v$$

$$P \leq 2 R.f$$

avec W : puissance cumulée des moteurs d'entraînement ;

v : vitesse d'enfoncement du tuyau (à choisir) ;

P : résistance à la pénétration du tuyau dans le terrain
(termes de pointe et de frottement) :

R : réactions des molettes sur le tuyau ;

f : coefficient de frottement entre molettes et tuyau.

Pour $P = 10$ tonnes

$$v = 5 \text{ cm/sec.}$$

$$f = 0,5$$

on a $W = 5 \text{ KW}$ ou 500 Kg.m/sec et $R = 10$ tonnes.

Un moteur hydraulique est recommandé pour l'entraînement des molettes, autorisant notamment par inversion du sens de rotation l'arrachage éventuel d'un tuyau.

Le cadre 9 peut avantageusement être fixé sur un véhicule lesté 13, qui fournit la réaction extérieure à P . Un bout de tube 14 entourant le tuyau 1 évite le flambage de celui-ci entre les molettes et la surface du sol ; ce bout de tube est avantageusement fixé sur un second cadre 15, rendu amovible pour le transport.

Dans le cas d'un terrain présentant une force de frottement élevée et une résistance à la pointe modérée, le même équipement permet de foncer les tuyaux moyennant une pointe 1" de diamètre supérieur de un à quelques millimètres au diamètre du tuyau (figure 4) ; ce qui réduira, voire annulera, la résistance au frottement latéral le long du tuyau au cours



de la mise en place. Cependant, l'expérience montre que ce type de terrain se referme rapidement sur lui-même, assurant par conséquent un contact tuyau-terrain satisfaisant.

Dans le cas difficile de certains sables, qui peuvent présenter de fortes résistances à la pointe, la technique de lançage à l'eau (figure 5) peut être mise en oeuvre ; on rappellera que cette technique consiste à injecter, au niveau de la pointe 1', de l'eau à grande vitesse - sens des flèches - pour emporter dans son flux le terrain qui s'y trouve.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de récupération et de stockage de calories dans le sous-sol, caractérisé en ce qu'il consiste à exploiter une tranche de terrain, comprise entre deux et plusieurs dizaines de mètres, par des caloducs verticaux constitués de deux tuyaux disposés concentriquement, l'échange de chaleur avec le terrain s'effectuant lors du passage du fluide dans le tuyau extérieur.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le tuyau extérieur des caloducs présente une conductibilité thermique suffisamment élevée pour assurer un échange thermique satisfaisant entre terrain et fluide caloporteur, des propriétés de résistance mécaniques adaptées aux méthodes de mise en place et une résistance à la corrosion telle qu'elle lui confère la longévité requise par l'installation envisagée.
3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le tuyau intérieur des caloducs présente une résistance aux contraintes de température telle qu'elle lui confère la longévité requise par l'installation envisagée.
4. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le tuyau intérieur des caloducs est réalisé en une matière synthétique semi-rigide.
5. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les caloducs sont reliés en leur tête partie en série, partie en parallèle.
6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la mise en place du tuyau extérieur des caloducs est

réalisée par l'introduction dans un forage effectué au préalable et d'un diamètre adapté à celui du tuyau.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte l'injection d'une matière de contact, telle que coulis de ciment, bentonite ou autre, entre le tuyau et le terrain.

8. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la mise en place du tuyau extérieur des caloducs est réalisé suivant la technique du lançage à l'eau.

9. Equipement pour la mise en place de caloducs destinés à réaliser le procédé décrit en revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en un cadre supportant deux molettes d'entraînement disposées dans le prolongement l'une de l'autre pour enserrer entre leurs gorges le tuyau extérieur du caloduc disposé verticalement, l'axe d'une des molettes étant monté de manière fixe sur le cadre et l'axe de l'autre molette étant monté de manière articulée, et en ce que la pression des molettes sur ledit tuyau est assurée par un vérin, un couple moteur étant appliqué à chacune des molettes.

10. Equipement suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le cadre est fixé sur un véhicule lesté.

11. Equipement suivant la revendication 9, caractérisé en ce que les molettes présentent un diamètre de l'ordre de dix fois celui du tuyau extérieur du caloduc et sont disposées dans le prolongement l'une de l'autre avec un espace libre entre elles de l'ordre de quelques millimètres.

12. Equipement suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'entraînement des molettes est réalisé par un moteur hydraulique, dont l'inversion du sens de rotation permet

l'arrachage éventuel du tuyau.

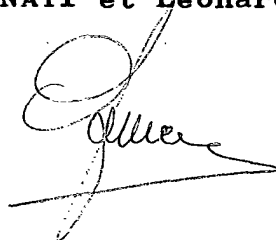
13. Equipement suivant la revendication 9, caractérisé en ce que, entre les molettes et la surface du sol, est prévu un bout de tube fixé de manière appropriée et destiné à servir de guide contre le flambage pour le tuyau.

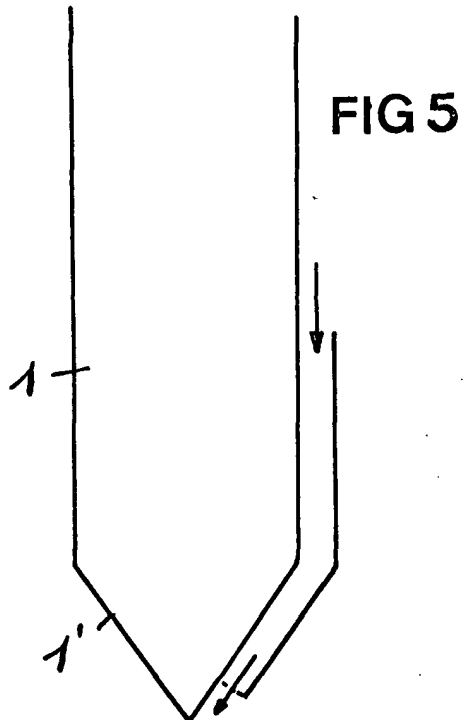
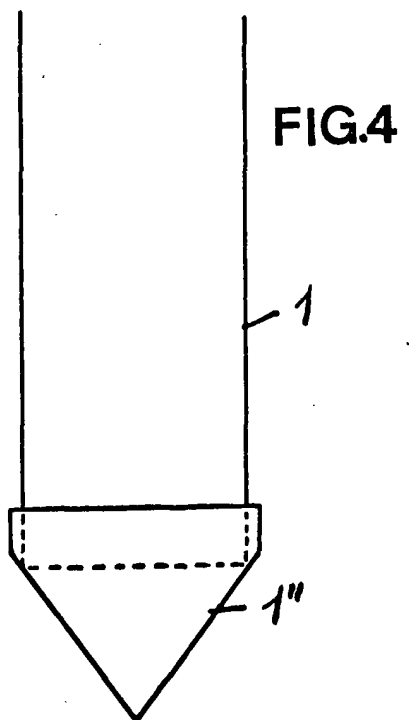
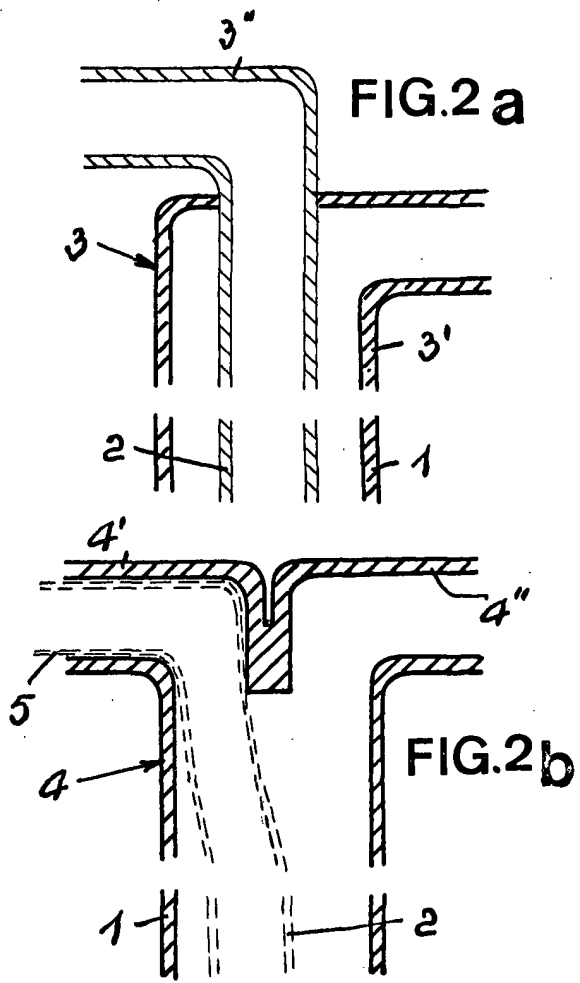
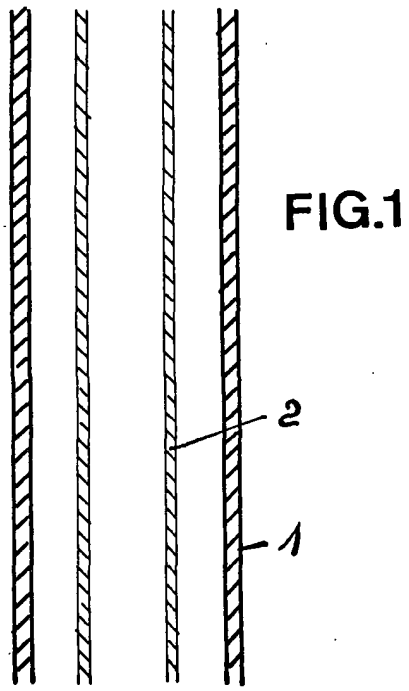
14. Equipement suivant l'une quelconque des revendications 9 à 13, caractérisé en ce qu'il est associé avec des tuyaux extérieurs de caloduc, dont la pointe extrême présente un diamètre très légèrement supérieur à celui du tuyau.

15. Equipement pour la mise en place de caloducs, tel que décrit ci-dessus et représenté aux dessins annexés.

Liège, le 23 octobre 1979.

P. pon : Franco CARMINATI et Léonard MARCHAND.





Liège, le 23 octobre 1979

P. pon : Franco CARMINATI et Léonard MARCHAND.

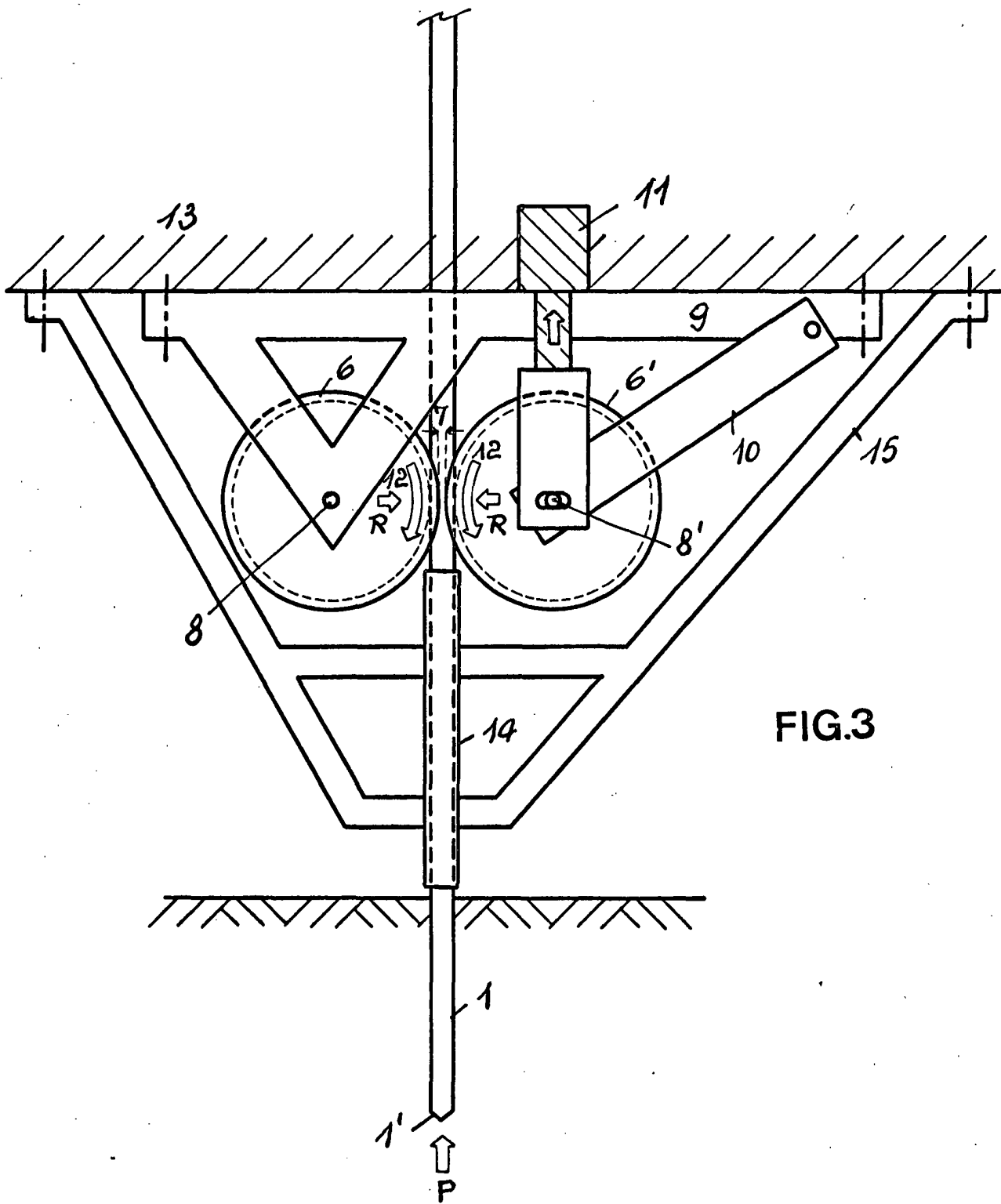


FIG.3

Liège, le 23 octobre 1979.

P. pon : Franco CARMINATI et Léonard MARCHAND.