

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 013 428

②1 N° d'enregistrement national : **13 02729**

⑤1 Int Cl⁸ : *F 24 J 3/08 (2013.01), F 25 B 29/00, F 28 D 20/00*

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21.11.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 22.05.15 Bulletin 15/21.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : ZALCMAN ANTOINE — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ZALCMAN ANTOINE.

⑦3 Titulaire(s) : ZALCMAN ANTOINE.

⑦4 Mandataire(s) : ZALCMAN ANTOINE.

⑤4 PUIITS A ACCUMULATION.

⑤7 L'invention permet de transformer le sol en accumulateur de chaleur et de froid, il est destiné à une installation ou un groupe d'installations ayant besoin de produire de la chaleur et du froid, L'accumulation de chaleur se fait de façon passive quand on produit du froid et inversement.

La forme la plus simple consiste en deux conduites enterrées posées tête-bêche, une conduite est destinée au chauffage l'autre à la réfrigération.

Dans des formes plus élaborées plusieurs bouches d'aspiration dont l'ouverture est commandée par un calculateur informé de la température extérieure et de la température du sol à différents points du puits permettent de générer et entretenir dans le sol un gradient croissant de températures entre un point froid qui alimente les installations de réfrigération et un point chaud qui alimente les installations de chauffage.

Dans les formes les plus élaborées le puits est constitué d'une succession de forages verticaux, les forages peuvent être court-circuités et l'air prélevé à la température souhaitée, l'air vicié est renvoyé dans le puits et préserve le gradient de températures.

Le dispositif se gère sans intervention extérieure, il peut alimenter des installations allant de la maison individuelle à des installations de taille industrielle.

FR 3 013 428 - A1



La présente invention concerne un dispositif permettant d'alimenter des installations ayant à la fois des besoins de chauffage et des besoins de réfrigération en transformant le sol en accumulateur de chaleur et de froid, l'accumulation de froid se fera de façon passive lorsque l'on produira de la chaleur et inversement.

Le dispositif appelé puits canadien ou puits provençal répond aux besoins de chauffage et de réfrigération en alimentant des installations avec de l'air à une température supérieure à celle de l'air extérieur en hiver pour le chauffage et inférieure à celle de l'air extérieur en été pour la réfrigération en faisant circuler de l'air puisé à l'extérieur dans une conduite enterrée.

Dans le puits canadien l'air extérieur est aspiré par une bouche d'aspiration unique, après un parcours de plusieurs dizaines de mètres dans le sol sa température s'équilibre par échange thermique avec celle du sol, il est alors dirigé vers l'installation de conditionnement d'air qui est en général une pompe à chaleur réversible, la température à laquelle l'air alimente les installations est proche de la température du sol ce qui permet des économies substantielles d'énergie.

Dans le puits canadien de la chaleur s'accumule en été dans le sol en aval de la bouche d'aspiration. Lorsqu'en automne et en hiver il y a nécessité de produire de chaleur, l'air froid commence par se réchauffer dans la partie proximale du puits plus chaude pour se refroidir ensuite dans la partie distale qui est à la température moyenne du sol. Le phénomène inverse se produit quand on passe de la production de chaleur à la production de froid comme le montre la figure A1.

Le dispositif selon l'invention permet par des bouches d'aspiration multiples de générer dans le puits un point chaud qui alimentera les installations de chauffage, un point froid qui alimentera les installations de réfrigération et entre les deux un gradient croissant de températures entre le point

froid et le point chaud.

Il y aura accumulation passive de froid autour du point froid en hiver quand il y aura nécessité de chauffer.

Inversement il y aura accumulation passive de chaleur en été
5 autour du point chaud quand il y aura besoin de refroidir
Aux changements de saison la chaleur et le froid accumulés
seront récupérés.

Différentes solutions techniques permettent d'obtenir un puits
à accumulation, elles sont présentées par ordre de complexité.

10

La figure A2 présente un puits à accumulation destiné à
une petite installation comme une maison individuelle, il est
constitué de deux conduites posées tête-bêche, une conduite
est destinée au chauffage, l'autre à la réfrigération, il y
15 aura accumulation passive de chaleur en été à l'extrémité du
circuit de réfrigération en aval de la bouche d'aspiration
car les besoins de réfrigération seront prédominant, le flux
d'air dans la conduite destinée à l'installation de
réfrigération sera supérieur au flux d'air dans la conduite
20 destinée à l'installation de chauffage (a).

Il y aura accumulation passive de froid en hiver en aval de la
bouche d'aspiration du circuit de chauffage car les besoins de
chauffage seront prédominants (c).

En automne la chaleur accumulée en été sera restituée (b).

25 Au printemps le froid accumulé en hiver sera restitué (c).

Deux forages aux extrémités du circuit permettront de
réchauffer et de refroidir un volume de sol plus
important (e).

30

Pour des installations de plus grande taille,
l'adjonction au modèle précédent d'un troisième forage et
d'une vanne commandée par un calculateur permettra d'améliorer
l'efficacité du système. Une vue de haut et en coupe de
l'installation est présentée sur la figure A3.

35

Un forage intermédiaire évitera de refroidir le point chaud ou
de réchauffer le point froid lorsque la température de l'air
sera comprise entre la température du sol au point froid et la

température du sol au point chaud. Le point froid se refroidira par aspiration d'un air extérieur plus froid et se réchauffera en restituant le froid accumulé, de même le point chaud se réchauffera par aspiration d'un air extérieur plus
5 chaud et se refroidira en restituant la chaleur accumulée car l'admission d'air se fera par le forage intermédiaire lorsque la température extérieure sera comprise entre la température du sol au point froid et la température du sol au point chaud. Le puits est constitué d'une succession de trois forages dont
10 l'alimentation en air est gérée par une vanne unique commandée par le calculateur, la vanne est située dans le bâtiment à climatiser à l'abri des intempéries.

Un forage à une extrémité sera le point froid (F), un forage à l'autre extrémité sera le point chaud (C), le forage
15 intermédiaire (I) sera placé entre le point froid et le point chaud à proximité du bâtiment à climatiser.

Dans cette installation le circuit de chauffage et le circuit de réfrigération sont dotés de leur propre conduite d'air, les conduites sont posées tête-bêche.

20 La conduite d'air de l'installation de chauffage (1) a sa bouche d'aspiration au point froid (F), après passage dans le forage du point froid, un coude ramène l'air vers la vanne (6). Il passe ensuite dans le forage intermédiaire puis dans le forage du point chaud pour être ramenée vers le bâtiment
25 par une conduite recouverte d'un isolant thermique (4).

La conduite d'air de l'installation de réfrigération (2) a sa bouche d'aspiration au point chaud après passage dans le forage du point chaud, un coude ramène l'air vers la vanne (6). Il passe ensuite dans le forage intermédiaire (I) puis
30 dans le forage du point froid (F) pour être ramené vers le bâtiment par une conduite recouverte d'un isolant thermique (3).

Une conduite d'air (5) reliée à la vanne permet de court-circuiter le point froid et le point chaud en dirigeant de
35 l'air prélevé à l'extérieur vers le forage intermédiaire, elle permet également d'alimenter directement l'installation de réfrigération et l'installation de chauffage avec de l'air

prélevé à l'extérieur.

Une conduite mène l'air de la vanne à l'installation de chauffage (10), une autre conduite à l'installation de réfrigération (11).

5 La vanne est commandée par le calculateur qui est informé de la température extérieure (TE) par une sonde (7), de la température du sol au point froid (TF) par une seconde sonde (8) et de la température du sol au point chaud (TC) par une troisième sonde (9).

10 La figure A4 montre le fonctionnement de la vanne, la figure A5 montre la circulation de l'air dans le puits dans les trois positions de la vanne.

La vanne est constituée de deux cylindres superposés, un cylindre est réservé au circuit de réfrigération, l'autre
15 cylindre est réservée au circuit de chauffage. Chaque cylindre de la vanne est constitué d'une partie fixe (noir) et d'une partie mobile (rouge), la partie mobile du cylindre du circuit de réfrigération est solidaire de la partie mobile du cylindre du circuit de chauffage.

20 Pour la partie réservée au circuit de réfrigération sont reliés à la vanne : une conduite dirigeant l'air vers le forage intermédiaire (1), une conduite ramenant l'air du point chaud (2), la conduite isolée ramenant l'air du point froid (3), une conduite permettant d'amener à la vanne de l'air
25 prélevé à l'extérieur (4), une conduite menant à l'installation de réfrigération (5).

Pour la partie réservée au circuit de chauffage sont reliés à la vanne : une conduite dirigeant l'air vers le forage intermédiaire (6), une conduite ramenant l'air du point
30 Froid (7), la conduite isolée ramenant l'air du point chaud (8), une conduite permettant d'amener à la vanne de l'air prélevé à l'extérieur (9), une conduite menant à l'installation de chauffage (10), la vanne a trois positions. Elle se met en position A si la température extérieure est
35 inférieure à la température du point froid ($TE < TF$), l'installation de réfrigération sera alimentée par de l'air prélevé à l'extérieur, pour l'installation de chauffage l'air

passera par le forage du point froid (F) puis par le forage intermédiaire (I) puis par le forage du point chaud (C) pour être ramené vers l'installation de chauffage par la conduite isolée. En position A du froid s'accumulera au point froid.

5 Elle se met en position B si la température extérieure est comprise entre la température du point froid et la température du point chaud ($T_F < T_E < T_C$). Pour la réfrigération l'air extérieur passera par le forage intermédiaire (I) puis par le forage du point froid (F), le forage du point chaud (C) sera
10 court-circuité. Pour le chauffage l'air extérieur passera par le forage intermédiaire puis par le forage du point chaud, le forage du point froid (F) sera court-circuité.

Elle se met en position C si la température extérieure est supérieure à la température du point chaud ($T_E > T_C$). Pour
15 la réfrigération l'air extérieur passera par le forage du point chaud (C) puis par le forage intermédiaire (I) puis par le forage du point froid (F), l'installation de chauffage sera alimentée directement en air prélevé à l'extérieur. En
position C de la chaleur s'accumulera au point chaud.

20 Les forages du point froid et du point chaud pourront être remplacés par un groupe de forages de plus faible profondeur placés en spirale autour du point froid et du point chaud afin de préserver la réserve de chaleur et la réserve de froid.

25 Pour de installations de plus grande taille le puits est constitué d'une conduite d'air unique munie de bouches d'aspirations multiples dont l'ouverture est commandée par le calculateur, la conduite a à une extrémité le point froid, à l'autre le point chaud, les bouches multiples permettront de
30 générer un gradient plus fin de températures, la figure A6 montre une vue schématique de son fonctionnement au cours d'une année.

En été la production de froid est prédominante, l'air est prélevé au point froid pour alimenter les installations de
35 réfrigération, le reliquat du froid accumulé en hiver et au printemps est restitué, un groupe froid d'appoint apporte le complément de froid. La bouche d'aspiration est ouverte au

point chaud où il y aura accumulation de chaleur.

En automne les besoins de chauffage augmentent, l'air est prélevé au point chaud pour alimenter les installations de chauffage, la chaleur accumulée au printemps et en été au point chaud est restituée, le chauffage peut être assuré par simple ventilation puis à l'aide d'une pompe à chaleur d'appoint. Pour alimenter les installations de réfrigération l'air est prélevé au point froid, le complément de froid est apporté par le groupe froid d'appoint. L'air extérieur est aspiré par les bouches intermédiaires puis par la bouche du point froid à l'approche de l'hiver.

En hiver le reliquat de chaleur accumulé en été au point chaud est restitué, un complément de chaleur est apporté par la pompe à chaleur, la bouche d'aspiration est ouverte au point froid où il y a accumulation de froid.

Au printemps les besoins de réfrigération augmentent, l'air est prélevé au point froid pour alimenter les installations de réfrigération, le froid accumulé en automne et en hiver est restitué, la réfrigération pourra être assurée par simple ventilation, un groupe froid d'appoint apportera ensuite le complément de froid. Pour alimenter les installations de chauffage l'air est prélevé au point chaud, le complément de chaleur est apporté par la pompe à chaleur. L'air extérieur est aspiré par les bouches intermédiaires puis par la bouche du point chaud à l'approche de l'été.

Comme le montre la figure A7 la conduite d'air pourra prendre trois formes.

La conduite d'air est soit constituée d'un circuit enterré (a), soit constituée d'une succession de forages verticaux (3b), soit constituée d'une succession de sections enterrées et de forages verticaux (c).

Dans le cas d'un puits à réseau enterré (a) la conduite d'air est enterrée à une profondeur suffisante pour éviter les déperditions de chaleur et de froid à la surface du sol, elle a à ses deux extrémités le point froid (F) et le point chaud (C), ces deux points sont reliés aux installations de

chauffage et de réfrigération par deux conduites recouvertes d'un isolant thermique (1 et 2). Les installations de chauffage et de réfrigération peuvent être situées dans le même bâtiment (climatisation réversible...) ou dans des
5 bâtiments séparés.

Les bouches d'aspiration (3,4,5,6) permettent d'alimenter le puits en air extérieur, une première est située à proximité du point froid (3), une seconde est située à proximité du point chaud (6), les autres bouches sont espacées sur la conduite
10 enterrée entre le point froid et le point chaud (4,5). Chaque bouche d'aspiration est équipée d'une vanne (7) dont l'ouverture est commandée par le calculateur. Des sondes thermiques (10,11,12,13) informent le calculateur de la température du sol à proximité du réseau enterré au niveau de
15 chaque bouche d'aspiration, une dernière sonde thermique informe le calculateur de la température extérieure.

Dans le cas d'un puits à forages verticaux (b) le puits est soit constitué d'une succession de conduites d'air à deux sections (1,2,3,4), insérées dans des forages et reliées entre
20 elles par des conduites de raccordement portant les bouches d'aspiration (5,6,7), soit d'une succession de conduites souples posées en forme de U dans les forages et reliées aux bouches d'aspiration, les conduites de raccordement sont recouvertes d'un isolant thermique, elles sont placées en
25 surface ou enterrées à faible profondeur. Il a à ses deux extrémités un forage appelé point froid (F) et un forage appelé point chaud (C), ces deux forages sont reliés aux installations de réfrigération et de chauffage par deux conduites recouvertes d'un isolant thermique (8,9). Les
30 installations de chauffage et de réfrigération peuvent être situées dans le même bâtiment (climatisation réversible ...) ou dans des bâtiments séparés.

Les bouches d'aspiration (10,11;12,13,14) permettent d'alimenter le puits en air extérieur, une première est située
35 entre le point froid et l'installation de réfrigération (10), une seconde est située entre le point chaud et l'installation de chauffage (14), les autres bouches sont situées sur les

conduites de raccordement (11,12,13). Chaque bouche
d'aspiration est équipée d'une vanne dont l'ouverture est
commandée par le calculateur. Des sondes thermiques (15, 16,
17, 18) informent le calculateur de la température du sol au
5 niveau de chaque forage une dernière sonde thermique de la
température extérieure.
L'ouverture des bouches d'aspiration se fait selon un principe
simple.

Dans le cas d'un puits à réseau enterré (Figure A2a) le
10 calculateur qui est informé de la température de l'air
extérieur et de la température du sol par les sondes enterrées
à proximité de chaque bouche d'aspiration commande l'ouverture
des bouches d'aspiration selon le principe suivant.

Si la température extérieure est inférieure ou égale à
15 la température du sol au point froid, il déclenche l'ouverture
de la bouche d'aspiration au point froid (3).

Si la température de l'air est supérieure ou égale à la
température du sol au point chaud, il déclenche l'ouverture de
la bouche d'aspiration au point chaud (6).

20 Si la température de l'air est comprise entre la
température du sol au point froid et la température du sol au
point chaud, le calculateur commande l'ouverture de la bouche
intermédiaire située au point où la température du sol est la
plus proche de la température de l'air extérieur (4 ou 5).

25

Dans le cas d'un puits à forages verticaux (figure A2b)
le calculateur est informé de la température de l'air
extérieur et de la température du sol par les sondes
thermiques enterrées à proximité de chaque forage, il
30 déclenche l'ouverture des bouches d'aspiration selon le
principe suivant.

Si la température extérieure est inférieure ou égale à
la température du sol au point froid, il déclenche l'ouverture
de la bouche d'aspiration située entre le point froid et
35 l'installation de réfrigération (10).

Si la température de l'air est supérieure ou égale à la
température du sol au point chaud, il déclenche l'ouverture de

la bouche d'aspiration située entre le point chaud et l'installation de chauffage (14).

Si la température extérieure est comprise entre la température du sol au point froid et la température du sol au point chaud, le calculateur commande l'ouverture de la bouche intermédiaire située entre le forage dont la température est inférieure et le forage dont la température est supérieure ou égale à la température extérieure (11 ou 12 ou 13), le choix peut également être fait d'ouvrir la vanne entre le forage dont la température est inférieure ou égale à la température extérieure et celui dont la température est supérieure.

Dans le cas d'un puits combinant réseau enterré et forages verticaux, le principe de fonctionnement sera celui du puits à forages verticaux.

Une fois le dispositif mis en place aucune intervention extérieure ne sera nécessaire.

En automne puis en hiver la température du sol s'abaissera passivement au point froid quand la température de l'air sera inférieure à la température du sol au point froid car l'air sera aspiré au point froid puis dirigé vers le point chaud pour alimenter l'installation de chauffage. Il se formera un gradient croissant de températures entre le point froid et le point chaud du fait des échanges thermiques entre l'air circulant et le sol environnant.

Au printemps puis en été ce sera l'inverse, la température du sol s'élèvera au point chaud quand la température de l'air extérieur sera supérieure à la température du sol au point chaud car l'air sera aspiré au point chaud puis dirigé vers le point froid pour alimenter l'installation de réfrigération.

En automne et au printemps quand la température de l'air sera comprise entre la température du sol au point froid et la température du sol au point chaud, les bouches d'aspiration intermédiaires préserveront les réserves de chaleur quand il y aura nécessité de réfrigérer et les réserves de froid du quand il y aura nécessité de chauffer car la circulation de l'air se fera d'une bouche intermédiaire vers le point chaud pour le chauffage ou le point froid pour la réfrigération selon les

besoins. Le réchauffement de l'air se fera dans un gradient croissant de températures, le refroidissement dans un gradient décroissant. Le point chaud se réchauffera par aspiration d'un air extérieur plus chaud et se refroidira en restituant la
5 chaleur accumulée et inversement pour le point froid.
Une période de chaleur en hiver ou de froid en été permettra de reconstituer partiellement les réserves de chaleur ou de froid.

10 L'architecture d'un puits à accumulation sera différente de l'architecture d'un puits canadien car c'est l'effet inverse qui sera recherché. Dans le puits canadien les conduites d'air sont espacées de façon à dissiper la chaleur et le froid dans le sol environnant. A l'inverse dans le puits
15 à accumulation on cherchera à accumuler de la chaleur autour du point chaud et du froid autour du point froid, et à préserver cette chaleur et ce froid. Pour une installation importante il pourra adopter une forme en S (figure A8) afin que la chaleur
20 diffusant du point chaud et le froid diffusant du point froid vers le sol environnant puisse être partiellement récupérés par les sections du circuit situées à proximité. Par cette forme en S il se constituera dans le sol un gradient croissant de températures de forme circulaire autour du point froid et
25 décroissant autour du point chaud. Il devra être posé à distance de conduites d'eau qui pourraient entraîner des déperditions de chaleur ou de froid.
Si l'installation à refroidir (patinoire, installations frigorifiques ...) est séparée de l'installation à réchauffer (piscine, bureaux ...), l'installation à refroidir pourra être
30 construite au-dessus du point froid et l'installation à réchauffer au-dessus du point chaud, elles récupéreront une partie du froid et de la chaleur diffusant du point froid et du point chaud, les bouches d'aspiration seront renvoyées vers
35 l'extérieur des installations (figure A9).
Pour un puits à forages verticaux de taille importante le puits adoptera également une forme en S comme le montre la

figure A10 afin de récupérer une partie de la chaleur diffusant du point chaud et du froid diffusant du point froid, les forages intermédiaires seront placés sur des cercles concentriques autour du point chaud et du point froid ce qui isolera le point chaud et le point froid du sol environnant, les forages situés en périphérie du point chaud seront réchauffés par la diffusion de la chaleur autour du point chaud et refroidis par le sol environnant et inversement pour les forages situés en périphérie du point froid, les forages intermédiaires seront situés à des distances croissantes du point chaud et du point froid, ils y aura un gradient croissant de températures autour du point froid et décroissant autour du point chaud. Les forages seront de profondeur croissante du point froid et du point chaud vers la périphérie afin de limiter les déperditions vers le sol à partir du fond des forages, l'isolation thermique de la partie supérieure des forages sera de hauteur croissante de la périphérie vers le point froid et le point chaud pour limiter les déperditions vers l'air extérieur, les gradients de température seront de forme cylindrique autour du point froid et du point chaud comme le montre la figure A6. L'installation à refroidir pourra être construite au-dessus du point froid et l'installation à réchauffer au-dessus du point chaud.

La réalisation d'un puits à accumulation sera simple, elle est illustrée sur la figure A11 pour un puits à forages verticaux constitué de conduites souples. Elle débutera par le creusement d'une tranchée (a, b) qui suivra le parcours des conduites de raccordement, des forages seront réalisés dans le fond de la tranchée pour les conduites d'air et les sondes thermiques (c), les bouches d'aspiration seront simplement posées dans le fond de la tranchée (d), et raccordés aux conduites souples qui seront introduites dans les forages (e), du ciment ou du béton pourra être coulé pour combler les vides du forage, ce qui facilitera les échanges thermiques avec le sol environnant. Les conduites menant à l'installation de

réfrigération et à l'installation de chauffage seront recouvertes d'un isolant thermique de même que les conduites de raccordement (f). La mise en place se terminera par la pose des sondes thermiques, des câbles d'alimentation des vannes et des câbles les reliant au calculateur (g). A la fin du chantier la tranchée sera comblée (h). Une fois tous les éléments reliés entre eux et connectés au calculateur, le puits sera fonctionnel (i), dans cet exemple la température extérieure est inférieure à la température du sol au point froid.

Pour un puits à réseau enterré la tranchée sera simplement plus profonde et les bouches d'aspiration plus hautes, les conduites de raccordement des bouches d'aspiration ne seront pas isolées.

Pour un puits combinant réseau enterré et forages verticaux la tranchée sera plus profonde comme pour un réseau enterré et les conduites de raccordement ne seront pas isolées.

Le puits à accumulation permettra des économies considérables d'énergie, il permettra aux changements de saison de réchauffer ou de refroidir des installations sans utiliser de pompe à chaleur ou de groupe froid d'appoint. S'il y a nécessité du fait de l'épuisement des réserves de chaleur d'utiliser une pompe à chaleur d'appoint, les températures moyennes obtenues au point chaud seront supérieures aux températures obtenues à la sortie d'un puits canadien. De même s'il y a nécessité d'utiliser un groupe froid d'appoint, les températures moyennes obtenues au point froid seront inférieures à celles obtenues à la sortie d'un puits canadien. Comme pour le puits canadien l'essentiel du coût du puits sera le coût de réalisation du circuit d'air qui aura une durée de vie longue voir illimitée. Le reste de l'investissement, vannes, calculateur et sondes thermiques seront rapidement amortis au vu des performances attendues du système. Comme le puits canadien le puits à accumulation pourra être couplé à une VMC double flux.

Le dernier exemple présente un puits destiné à une installation de grande taille, l'air peut y être prélevé à la température souhaitée, l'air vicié est renvoyé dans un circuit parallèle et préserve le gradient de température.

5 Il est constitué d'une succession de forages verticaux qui peuvent être court-circuités. Des sondes thermiques dans le sol et dans les conduites d'air informent le calculateur, l'air est prélevé à la température souhaitée en court-circuitant les parties distales du circuit. Si les
10 installations à réfrigérer et à réchauffer doivent être maintenues à des températures modérées, le point froid et le point chaud constitueront deux masses thermiques. L'air sera prélevé pendant une longue période à la température souhaitée en périphérie du point froid et du point chaud et la
15 climatisation sera assurée par simple ventilation. De la chaleur pourra être mise en réserve l'été et du froid mis en réserve l'hiver de façon active.

Le recours à une pompe à chaleur et à un groupe froid d'appoint ne sera pas nécessaire pour certaines installations
20 si les températures recherchées pour le chauffage et la réfrigération sont proches de la température du sol dans la région considérée.

Le puits peut être utilisé pour alimenter des installations ayant des besoins de réfrigération et des besoins de chauffage
25 à des températures différentes, l'alimentation des différentes installations sera assuré en alternance.

L'air vicié est réinjecté dans le puits pour préserver le gradient de températures, il circule dans les forages dans une conduite séparée de celle de l'air frais.

30 Dans l'exemple développé le puits alimente un complexe sportif comprenant une piscine et une patinoire. Le recours à une pompe à chaleur pour la piscine et à un groupe froid pour la patinoire est nécessaire car il faudra atteindre des températures rarement atteinte par l'air extérieur au cours
35 d'une année (-5°C et 30°C), il sera donc difficile de constituer une réserve de chaleur et de froid suffisante pour assurer la climatisation par simple ventilation pendant une

longue période. Le puits à accumulation permettra essentiellement de faire des économies en alimentant le groupe froid avec de l'air plus froid et la pompe à chaleur avec de l'air plus chaud que celui que pourrait fournir un puits canadien. Dans l'exemple le point froid et les forages adjacents sont placés sous la patinoire afin de récupérer une partie du froid qui se dissipera du point froid. Le point chaud et les forages adjacents sont placés sous la piscine afin de récupérer une partie de la chaleur qui se dissipera du point chaud. Les forages sont placés en forme de S sous la patinoire et sous la piscine. Un groupe froid apporte un complément de froid à l'air extrait du puits quand les réserves de froid sont insuffisantes, une pompe à chaleur un complément de chaleur quand les réserves de chaleur sont insuffisantes.

Le groupe froid utilise comme sources de frigories de l'air extrait de la patinoire, l'air vicié qui se sera réchauffé après avoir cédé des frigories est renvoyé dans un circuit parallèle d'air vicié qui permet de maintenir le gradient de températures. La pompe à chaleur utilise comme source de calories de l'air extrait de la piscine, l'air vicié qui se sera refroidi en cédant des calories est lui aussi renvoyé vers le circuit d'air vicié. Ainsi la piscine produira du froid pour la patinoire et la patinoire de la chaleur pour la piscine, la pompe à chaleur et le groupe froid pourront être couplés en cas de grand froid s'il n'est plus nécessaire de refroidir la patinoire et en cas de forte chaleur s'il n'est plus nécessaire de réchauffer la piscine ce qui permettra de réduire la puissance du groupe froid et de la pompe à chaleur. La figure A12 montre le fonctionnement de l'installation en temps normal. L'air destiné au refroidissement de la patinoire est extrait du puits en aval du point froid (1) il ventile le radiateur de gaz détendu du groupe froid (2a), il se refroidit davantage pour être renvoyé vers la patinoire où il pourra alimenter une VMC double flux (2b) ou refroidir la glace de la patinoire, Le radiateur de gaz comprimé du groupe froid est ventilé par de l'air extrait de la patinoire (2c), il se

réchauffe avant d'être renvoyé dans le circuit d'air vicié du puits. L'inverse se produit dans la pompe à chaleur alimentant la piscine (3, 3a 3b, 3c). En cas de grand froid le groupe froid de la patinoire est converti en pompe à chaleur et
5 couplé à la pompe à chaleur de la piscine (Figure A13). En cas de forte chaleur la pompe à chaleur de la piscine est convertie en groupe froid d'appoint (Figure A14).

L'installation est représentée sur la figure A15, le bâtiment destiné à la climatisation est placé entre la patinoire et la
10 piscine. Y sont installés le groupe froid pour la patinoire, la pompe à chaleur pour la piscine, le calculateur, les conduites de raccordement des forages portant vannes permettant le fonctionnement du système. Les forages comprennent deux conduite en U, une pour l'air frais, l'autre
15 pour l'air vicié, elles rayonnent à partir de l'installation de conditionnement d'air, l'air est acheminé et ramené des forages dans des conduites isolées, les échanges thermiques devant se produire dans les forages. Les forages du point froid et du point chaud n'ont pas de conduite d'air vicié. Le
20 circuit a à une extrémité la patinoire (2), à l'autre la piscine (3), L'air frais est admis dans le circuit par une bouche commune (1a), l'air vicié extrait par une autre bouche commune (1b).

Le fonctionnement des vannes est présenté sur la figure A16,
25 les conduites de raccordement portent les vannes doubles à deux positions (a) permettant l'admission de l'air frais et le rejet de l'air vicié dans le circuit et les vannes doubles permettant l'admission de l'air frais et de l'air vicié dans
chaque forage (b). Les vannes réglant l'admission de l'air
30 frais et vicié dans les forages sont des vannes doubles à quatre positions. En position A la conduite d'air frais et la conduite d'air vicié sont ouvertes, en position B seul la conduite d'air frais est ouverte, en position D seul la
conduite d'air vicié est ouverte (la vanne d'admission d'air
35 frais et de rejet d'air vicié est représentée ouverte), en position C la conduite d'air frais et la conduite d'air vicié sont toutes les deux fermées.

Le calculateur ouvre une vanne d'admission d'air frais et de rejet d'air vicié et règle l'admission de l'air frais et de l'air vicié dans chaque forage.

Pour l'admission d'air frais et le rejet d'air vicié le
5 calculateur commande l'ouverture de la vanne située entre la patinoire et le forage du point froid si la température extérieure est inférieure ou égale à la température du sol au point froid, l'ouverture de la vanne située entre le forage du point chaud et la piscine si la température extérieure est
10 supérieure ou égale à la température du sol au point chaud, la vanne située entre le forage dont la température est inférieure et le forage dont la température est supérieure ou égale si la température extérieure est comprise entre la température du point froid et la température du point chaud.

15

Pour le chauffage de la piscine le calculateur ouvre les conduites d'air frais des forages de la vanne d'admission ouverte au forage dont la température est égale à la température souhaitée ou à défaut jusqu'au forage du point
20 chaud, si la température du point chaud est insuffisante le complément de chaleur sera apporté par la pompe à chaleur de la piscine.

Une sonde thermique située dans les conduites de raccordement mesure la température de l'air frais à la sortie
25 de chaque forage (c), elle permet de court-circuiter les forages situés en aval si la température souhaitée est atteinte, le calculateur commande également la fermeture des forages dont la température est inférieure ou égale à la température de l'air frais sortant des forages ce qui
30 permettra de rétablir le gradient de température en cas de rupture et de court-circuiter les forages dont la température est égale à la température de l'air sortant du forage, ce qui permettra de raccourcir la longueur du circuit d'air frais.

Le calculateur est informé de la température de l'air vicié à la sortie de la piscine en aval du radiateur de gaz
35 détendu de la pompe à chaleur.

Si sa température est supérieure à la température extérieure

il est dirigé vers l'extrémité chaude du circuit, si sa température est inférieure à la température extérieure, le calculateur ouvre une conduite de shunt qui dirigera l'air vicié vers l'extrémité froide du circuit.

5 Lorsque la température de l'air vicié est supérieure à la température extérieure le calculateur ouvrira les forages selon deux cas de figure.

Si la température de l'air vicié est supérieure à la température du sol dans la région considéré (13°C par
10 exemple), il ouvrira les forages dont la température est comprise entre 13°C et la température de l'air vicié, l'air frais et l'air vicié circuleront à contresens dans la partie chaude du circuit comme dans une VMC double flux ce qui limitera le refroidissement de la partie chaude du circuit.

15 Si sa température est inférieure à 13°C il commandera l'ouverture du dernier forage dont la température est supérieure à sa température, ce forage sera refroidi.

Lorsque la température de l'air vicié est inférieure à la température extérieure l'air vicié empruntera la conduite
20 de shunt et sera dirigé vers l'extrémité froide du circuit. Deux cas de figure se présenteront également. Si l'air vicié a une température inférieure à 13°C le calculateur ouvrira les forages situés en amont de la vanne d'admission ouverte dont la température est comprise entre la température de l'air
25 vicié et 13°C, ces forages seront refroidis.

Si l'air vicié a une température supérieure à 13°C il ouvrira le dernier forage dont la température est inférieure, ce forage sera réchauffé. Une sonde thermique (e) mesure la température de l'air vicié sortant des forages, les forages
30 d'air vicié dont la température est inférieure ou égale à la température de l'air sortant du forage seront court-circuités dans le sens froid-chaud, ceux dont la température est supérieure ou égale dans le sens chaud-froid. S'il y a rupture du gradient de température il sera corrigé, si plusieurs
35 forages ont la même température les forages inutiles seront court-circuités ce qui limitera la longueur du circuit d'air vicié.

L'alimentation en air frais et le recyclage de l'air vicié sortant de la patinoire se feront sur le principe inverse. L'installation comportera également une conduite de shunt du circuit d'air frais qui permettra de rafraichir la piscine en cas de forte chaleur et d'accumuler une quantité importante de chaleur dans le sol, ce shunt pourra être mis en œuvre de façon volontaire. Le même shunt permettra de réchauffer la patinoire en période de grand froid et permettra de mettre en réserve dans le sol une quantité importante de froid, le shunt pourra là aussi être mis en œuvre de manière volontaire.

La figure 17 montre une vue des forages et des circuits d'air frais et d'air vicié. (F) forage du point froid, (C) forage du point chaud, (a) conduite d'air frais, (b) conduite d'air vicié, (1a) conduite d'alimentation en air frais du groupe froid de la patinoire, (1b) sortie d'air vicié de la patinoire, (2a) alimentation en air frais de la pompe à chaleur de la piscine, (2b) sortie d'air vicié de la piscine, (c) shunt d'air vicié, (d) shunt d'air frais, (e) collecteur d'air frais, (f) collecteur d'air vicié, (3, 5) vannes d'ouverture du shunt d'air vicié, (4, 6) vannes d'ouverture du shunt d'air frais, (A) vanne d'admission de l'air frais et le rejet de l'air vicié, (B) vanne régulant l'admission d'air frais et d'air vicié dans chaque forage.

Le forage du point froid et le forage du point chaud n'ont pas de conduite d'air vicié.

Les conduites d'air des forages et les sondes thermiques pourront être provisoirement déconnectées des vannes si deux forages ont une température trop proche, les forages suivants seront décalés, ceci permettra de rendre le gradient de températures homogène. Le circuit aura également des forages périphérique optionnels autour de la piscine et de la patinoire comme le montre la figure A18, Au fur et à mesure du réchauffement du sol autour de la piscine au printemps et en été les forages optionnels de la patinoire (1, 2, 3,) seront déconnectés et remplacés par les forages optionnels situés en périphérie de la piscine (4, 5, 6) afin d'éviter de réchauffer

le sol en périphérie de la patinoire, l'inverse sera réalisé en hiver afin d'éviter de refroidir le sol autour de la piscine. Il sera utile que le système informatique permette de visualiser la température de tous les forages même si certains forages sont déconnectés, le calculateur ignorera les forages déconnectés.

Les figures B1 à B48 illustrent le fonctionnement d'un puits à accumulations alimentant un complexe sportif comportant une piscine et une patinoire au cours de sa première année. L'installation se trouve dans une région tempérée où la température du sol est de 13°C. La piscine est alimentée par de l'air à 30°C le jour, la nuit la température est maintenue en alimentant la piscine avec de l'air à 20°C. La patinoire est alimentée jour et nuit avec de l'air à -5°C. L'installation est mise en route au mois de Septembre. Les températures extérieures sont des moyennes, le calculateur s'adapte en temps réel à la température extérieure, les figures ont été modifiées en fonction de la température du sol dans les différents forages et de la température extérieure en appliquant les principes énoncés précédemment. Pour des raisons de compréhension le circuit d'air frais et le circuit d'air vicié sont représentés tête-bêche, les conduites et les parties de vannes du circuit d'air frais sont en haut des figures, les conduites et les parties de vannes du circuit d'air vicié en bas, le sol est au centre des figures. Les forages optionnels ne sont pas représentés.

Septembre : la température du sol est de 13°C
30 Jour : La température extérieure est de 23°C
Piscine (figure B1)
La température de l'air est supérieure à la température du point chaud, l'air frais est admis entre le forage 9 (point chaud) et la piscine. La pompe à chaleur réchauffe l'air à 30°C, l'air se refroidit dans la piscine à 26°C et alimente la pompe à chaleur comme source de calories. L'air vicié est rejeté à 19°C, sa température est inférieure à la température

extérieure, il emprunte le shunt d'air vicié. Sa température est supérieure à 13°C, le calculateur ouvre le dernier forage dont la température est inférieure, le forage 8 (F8), l'air vicié se refroidit à 13°C, il sort de l'installation par la
5 vanne d'admission d'air frais et de rejet d'air vicié ouverte entre F9 et la piscine.

Patinoire (Figure B2)

L'air se refroidit à 13°C en F9 sa température est mesurée
10 dans la conduite de raccordement entre F9 et F8 et les forages F1 à F8 sont court-circuités. Dans la patinoire l'air est refroidi à -5°C par le groupe froid, il se réchauffe à -1°C est utilisé comme source de frigorifiques par le groupe froid, sa température s'élève à 17°C. Sa température est inférieure à la
15 température extérieure, il est donc envoyé à l'extrémité froide du circuit d'air vicié. Sa température est supérieure à 13°C, le calculateur commande l'ouverture du dernier forage dont la température est inférieure, le forage 8 (F8) l'air est
rejeté par l'installation à 13°C.

20

Nuit : La température extérieure est de 13°C

Piscine (Figure B3)

La température de l'air est égale à la température du point
25 chaud (F0), l'air est admis entre F9 et la piscine. Il est réchauffé à 20°C par la pompe à chaleur. L'air vicié à 16°C est utilisé comme source de calories et l'air vicié est rejeté à 9°C. Sa température est inférieure à la température
30 extérieure, il est donc renvoyé via le shunt vers l'extrémité froide. Sa température est inférieure à 13°C, le calculateur commande l'ouverture des forages dont la température est comprise entre 9 et 13°C, L'air est admis dans le forage 2
(F2) sa température monte à 13°C, elle est mesurée entre F2 et F3 et le calculateur commande la fermeture des forages à 13°C
35 les forages F3 à F8.

Patinoire (Figure B4)

La température extérieure est égale à la température du point
froid, le calculateur ouvre la vanne d'admission située entre
la patinoire et F1. L'air est refroidi à -5°C . Il se réchauffe
5 à 0°C l'air vicié sort à 18°C du groupe froid, sa température
est supérieure à la température extérieure, il est renvoyé via
le shunt vers l'extrémité chaude du circuit. Sa température
est supérieure à 13°C , le calculateur commande l'ouverture des
forages dont la température est comprise entre 13 et 18°C ,
10 l'air est admis en F8 où il se refroidit à 13°C , sa
température est mesurée entre F8 et F7 et les forages F2 à F7
sont court-circuités. L'air vicié est rejeté de l'installation
à 13°C .

15 Octobre : L'apport d'air extérieur chaud le jour
et d'air vicié a réchauffé l'extrémité chaude du circuit F7
est à 15°C , F8 à 17°C , F9 à 20°C .

Jour : la température extérieure est de 17°C

20 Piscine (Figure B5)

L'air est admis entre F7 et F8 dont la température est égale,
F8 est court-circuité. L'air se réchauffe à 20°C en F9. Il est
réchauffé à 30°C par la pompe à chaleur, se refroidit à 26°C
dans la piscine, utilisé comme source de calories il se
25 refroidit à 16°C , l'air vicié a une température inférieure à
la température extérieure, il passe via le shunt à l'extrémité
froide du circuit. Sa température est supérieure à 13°C , le
calculateur ouvre le dernier forage dont la température est
inférieure, l'air est rejeté de F7 à 15°C .

30

Patinoire (Figure B6)

L'air se refroidit à 13°C en F6, l'air vicié est rejeté par la
patinoire à 18°C , il emprunte le shunt, sa température est
supérieure à 13°C et le calculateur ouvre le seul forage en
35 amont de la vanne ouverte dont la température est comprise
entre 13 et 18°C , le forage F8. L'air vicié est rejeté à 17°C .

Nuit : La température extérieure est de 7°C

Piscine (Figure B7)

La température est inférieure à la température du pont froid,
5 le calculateur ouvre la vanne située entre la patinoire et F1,
l'air se réchauffe à 13°C en F1, à 15°C en F7, à 17°C en F8,
et à 20°C en F9. La piscine est réchauffée par simple
ventilation. L'air vicié à 16°C est envoyé à l'extrémité
chaude du circuit, il est refroidi à 15°C en F7, et à 13°C en
10 F6, sa température est mesurée à la sortie de F6 et les
forages F2 à F5 sont court-circuités, l'air vicié est rejeté
du circuit par la vanne d'admission ouverte entre la patinoire
et F1.

15 Patinoire (Figure B8)

L'air vicié rejeté par la patinoire est à 13°C, il emprunte le
shunt, l'ensemble des forages d'air vicié sont court-
circuités.

20 Novembre : F1 s'est refroidi à 10°C, F8 à 15°C et
F9 à 17°C

Jour : La température extérieure est de 12°C

25 Piscine (Figure B9)

Le circuit s'ouvre entre F1 et F2, l'air se réchauffe à 13°C
en F2, sa température est mesurée entre F2 et F3 et les
forages F3 à F7 sont court-circuités. Il se réchauffe à 15°C
en F8 et à 17°C en F9. L'air vicié est rejeté par la piscine à
30 13°C, il est envoyé à l'extrémité chaude du circuit,
l'ensemble des forages sont court-circuités car l'air est à
13°C.

Patinoire (Figure B10)

35 L'air se refroidit à 10°C en F1, l'air vicié est à 15°C, il
est envoyé via le shunt à l'extrémité chaude, le calculateur
ouvre les forages dont la température est comprise entre 13 et

15°C, l'air se refroidit à 13°C en F7, sa température est mesurée entre F7 et F6 et le calculateur court-circuite les forages F1 à F6.

5 Nuit : La température extérieure est de 2°C

Piscine (Figure B11)

La température de l'air est inférieure à la température du point froid, l'air est admis par la vanne située entre la patinoire et F1. Il se réchauffe à 10°C en F1 à 13°C en F2, sa température est mesurée et les forages F3 à F7 sont court-circuités, il est réchauffé à 15°C puis à 17°C en F8 et en F9, l'air vicié à 13°C est rejeté, l'ensemble des forages sont court-circuité.

15

Patinoire (Figure B12)

L'air vicié rejeté par la patinoire est à 7°C, il emprunte le shunt, sa température est inférieure à 13°C et le calculateur ouvre le dernier forage dont la température est supérieure, le forage F2, L'air vicié est rejeté à 13°C.

20

Décembre : F1 s'est refroidi à 7°C, F2 à 10°C, F8 à 13°C et F9 à 15°C.

25 Jour : La température extérieure est de 5°C

Piscine (Figure B13)

L'air est admis entre la patinoire et F1, il se réchauffe à 13°C entre F1 et F3, F4 à F8 sont court-circuités, il se réchauffe à 15°C en F9. L'air vicié sort à 11°C, il refroidit le dernier forage dont la température est supérieure, le forage F3, l'air est rejeté à 13°C

30

Patinoire (Figure B14)

L'air vicié est à 10°C il se réchauffe à 13°C en F3, F3 est refroidi.

35

Nuit : La température extérieure est de -5°C

Piscine (Figure B15)

5 L'air est admis entre la patinoire et F1, l'air se réchauffe à 15°C en passant par F1, F2, F3 et F9. L'air vicié est rejeté à 11°C et refroidit F3.

Patinoire (Figure B16)

10 La patinoire n'a pas besoin d'être refroidie, la ventilation évacue la chaleur accumulée pendant la journée. L'air vicié emprunte le shunt et refroidit F2, la ventilation peut être maintenue pour constituer une réserve de froid.

15 Janvier : F1 est à 3°C , F2 à 5°C , F3 à 7°C et F4 à 10°C , il n'y a plus de réserve de chaleur car F9 est à 13°C .

Jour : La température extérieure est de 0°C

Piscine (Figure B17) et patinoire (Figure B18)

20 Les installations fonctionnent sur les principes énoncés précédemment.

Nuit : La température extérieure est de -10°C

Piscine (Figure B19)

25 Patinoire (Figure B20)

30 Le circuit de shunt d'air frais est utilisé pour constituer une réserve de froid, l'air est admis entre la patinoire et F1, l'ouverture du shunt inverse le flux dans le circuit d'air frais, l'air entre à -10°C en F1 et sort à 0°C , il emprunte le shunt et ventile la patinoire, il se refroidit à -7°C , emprunte le shunt d'air vicié et refroidit F2, quand F1 et F2 seront suffisamment refroidis l'air frais pourra être admis en F2 et l'air vicié en F3. Une quantité importante de froid pourra être mise en réserve, La mise en réserve sera d'autant plus rentable que la saison chaude sera proche.

35

Figures B21 à B40 : L'air extérieur se réchauffe à la fin de l'hiver, au printemps puis en été, le froid mis en réserve en hiver est restitué.

5 Figure B41 : Le shunt d'air frais est mis en œuvre pour rafraîchir la piscine, l'air est admis à 30°C en F9, se refroidit à 20°C est envoyé dans la piscine où il se réchauffe à 30°C pour être renvoyé par le shunt d'air vicié dans le
10 réserve dans le sol. Le mécanisme pourra se mettre en œuvre quand la piscine se réchauffera au-delà des limites tolérables par effet de serre, le système informatique qui gère le puits aura un programme spécifique qui se déclenchera lorsque la
15 acceptable.

Figure B45 : Le shunt d'air vicié est à nouveau mis en œuvre.

20 Figures B46 à B48, Les réserves de chaleur augmentent et les réserves de froid diminuent, le puits abordera son second automne avec une réserve de chaleur.

Le devenir de l'air vicié n'est pas abordé, sa température sera en général proche de la température du sol
25 (13°C), l'installation pourrait avoir une aire de loisir annexée à la piscine et ouverte l'été, l'aire de loisirs serait maintenue hors gel l'hiver et pourrait être plantée. La patinoire pourrait elle aussi avoir une aire de loisir ouverte l'hiver et qui serait refroidie l'été. L'air vicié serait
30 simplement envoyé vers l'aire de loisir de la piscine quand sa température est supérieure à la température de l'air extérieur et vers l'aire de loisirs annexée à la patinoire quand sa température est inférieure à la température de l'air extérieur quand ces installations sont fermées. Ce dispositif
35 permettrait de maintenir sous l'aire de loisir de la piscine une température du sol supérieure à 13°C, sous l'aire de loisir de la patinoire une température inférieure à 13°C.

Piscine et patinoire pourraient avoir une double enceinte, les
enceintes extérieures incluant les aires de loisir, ce qui
isolerait la piscine et la patinoire de l'air extérieur, les
forages optionnels pourraient se trouver sous les aires de
5 loisir.

Conclusion :

La consommation énergétique est un enjeu considérable, Les
10 habitations représentent 50% de la consommation dans les pays
développés et l'essentiel est dû au chauffage en hiver. Sous
tous les climats les habitations ont des besoins de
réfrigération (réfrigérateur, congélateur) qui sont également
de forts consommateurs d'énergie et dans les régions chaudes
15 les habitations doivent être climatisées en été, ce qui n'est
pas sans poser de problèmes dans les villes où l'usage des
climatiseurs augmente encore la température extérieure. De
nombreuses installations ont des besoins de réfrigération
(installations frigorifiques, halles alimentaires, abattoirs,
20 criées, élevages de volailles, bureaux, data centers ...),
elles sont souvent proches d'installations ayant des besoins
de chauffage (serres agricoles, habitations, bureaux, surfaces
commerciales ...), souvent les même installations ont des
besoin de réfrigération en été et de chauffage en hiver et
25 dans tous les cas les besoins de chauffage sont accrus en
hiver et les besoins de réfrigération accrus en été. Le puits
à accumulation en mettant en réserve dans le sol la chaleur et
le froid de façon passive et en restituant la chaleur et le
froid mis en réserve permettra des économies d'énergie
30 considérables.

REVENDEICATIONS

1) Le puits à accumulation est un dispositif dérivé du puits canadien destiné à alimenter une ou plusieurs installations ayant à la fois des besoins de chauffage et des besoins de réfrigération caractérisé en ce qu'il transforme le sol en accumulateur de chaleur et de froid. La production de chaleur provoque une accumulation passive de froid dans le sol autour d'un point appelé point froid, la production de froid provoque l'accumulation passive de chaleur dans le sol autour d'un point appelé point chaud, la circulation de l'air dans le sol génère un gradient croissant de températures entre le point froid et le point chaud.

Il comporte un réseau enterré composé d'une ou plusieurs conduites d'air ayant à une extrémité le point froid et à l'autre extrémité le point chaud.

L'accumulation passive de froid dans le sol au niveau du point froid et l'accumulation passive de chaleur dans le sol au niveau point chaud résultent du fait que la circulation de l'air dans le sol se fait du point froid vers le point chaud quand il y a production de chaleur et inversement du point chaud vers le point froid quand il y a production de froid (Fig. A2).

2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le réseau enterré peut être composé d'une ou plusieurs conduites horizontales enterrées, d'une succession de forages verticaux ou d'une alternance de conduites horizontales enterrées et de forages verticaux (Fig. A7).

3) Dispositif selon la revendication 1 et la revendication 2 caractérisé en ce que le réseau est posé en forme de spirale autour du point froid et du point chaud quand est constitué d'une ou de plusieurs conduites horizontales enterrées (Fig. A8). Quand est constitué de forages verticaux ceux-ci sont posés sur des cercles concentriques autour du point froid et du point chaud tout en encadrant le point froid et le point chaud, l'air circule de forage en forage en s'écartant du point froid puis en se rapprochant du point chaud quand il y a production de chaleur et inversement quand il y a production de froid (Fig. A10).

4) Dispositif selon une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce

que le réseau enterré peut comporter plusieurs conduites ayant chacune une bouche d'aspiration unique, la ou les conduites alimentant l'installation de chauffage ont leur bouche d'aspiration au niveau du point froid et leur terminaison au niveau du point chaud. La ou les conduites alimentant la ou les installation de réfrigération ont leur

5 bouche d'aspiration au niveau du point chaud et leur terminaison au niveau du point froid. La ou les conduites alimentant la ou les installations de chauffage et la ou les conduites alimentant la ou les installations de réfrigération sont posées à proximité les une des autres (Fig. A2).

10 5) Dispositif selon la revendication 1, la revendication 2 et la revendication 3 caractérisé en ce qu'il peut comporter une ou plusieurs conduites portant plusieurs bouches d'aspiration dont l'ouverture est commandée par un calculateur informé par des sondes thermiques de la température de l'air extérieur, de la température du sol au

15 niveau du point froid, de la température du sol au niveau du point chaud et de la température du sol à différents niveaux du réseau enterré (fig. A7). Le calculateur commande sur chaque conduite l'ouverture d'une bouche d'aspiration situées au niveau du point chaud si la température extérieure est supérieure ou égale à la

20 température du sol au niveau du point chaud, l'ouverture d'une bouche d'aspiration situées au niveau du point froid si la température extérieure est inférieure ou égale à la température du sol au niveau du point froid, l'ouverture d'une bouche d'aspiration

25 située entre le point froid et le point chaud si la température extérieure est comprise entre le température du sol au niveau du point froid et la température du sol au niveau du point chaud. Le calculateur commande alors l'ouverture d'une bouche d'aspiration située au niveau de la conduite où la température du sol est la plus proche de la

30 température extérieure quand le puits est composé d'une ou plusieurs conduites horizontales enterrées. Quand le puits est composé d'une succession de forages verticaux le calculateur commande l'ouverture de la bouche d'aspiration situées entre le forage au niveau duquel la température du sol est inférieure à la température extérieure et le forage au niveau duquel la température du sol est supérieure ou égale

6) Dispositif selon la revendication 1, la revendication 2, la revendication 3 et la revendication 5 caractérisé en ce que quand le réseau est composé de forages

verticaux, des vannes commandées par le calculateur permettent de court-circuiter les forages distaux et d'alimenter les installations par de l'air à une température comprise entre la température du sol au point froid et la température du sol au du point chaud (Fig. A16-1).

5

7) Dispositif selon une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'air vicié issu des installations de chauffage et de réfrigération peut être dirigé vers le puits et participer à maintenir le gradient de température entre le point froid et le point chaud en circulant dans le sol dans un circuit parallèle d'air vicié. Dans un puits

10 composé de forages verticaux chaque forage comporte à la fois une conduite d'air extérieur et une conduite d'air vicié, une même vanne à quatre positions permet d'ouvrir ou de court-circuiter à la fois la conduite d'air extérieur et la conduite d'air vicié (Fig. A16-1 et 2 et Fig. B1 à B48).

Fig. A1

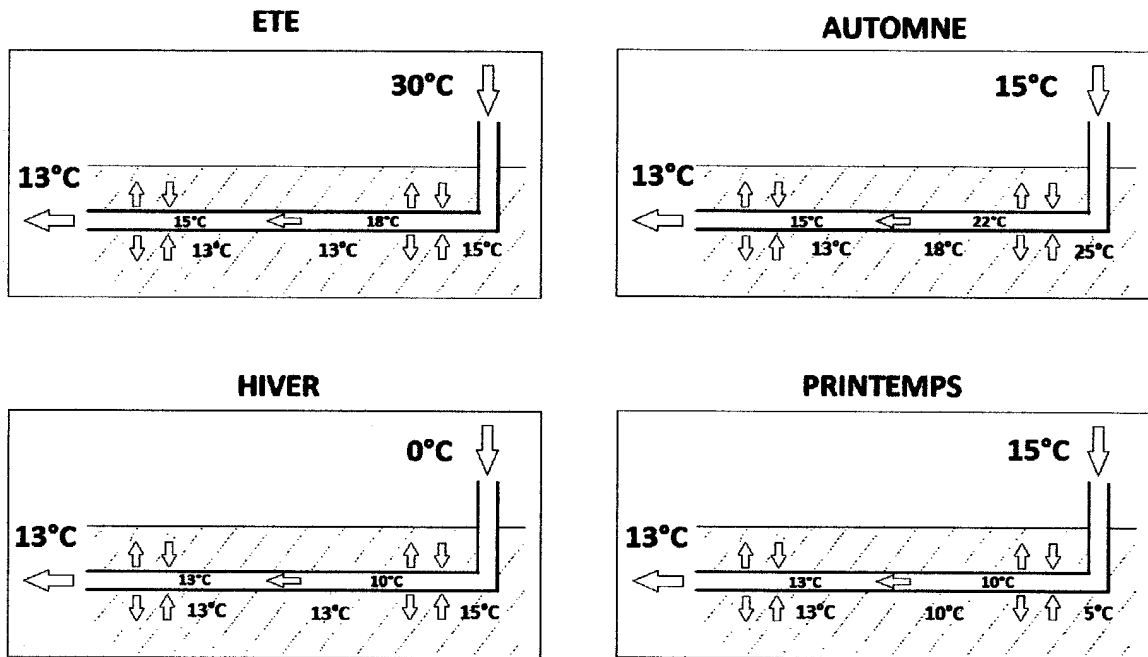


Fig. A2

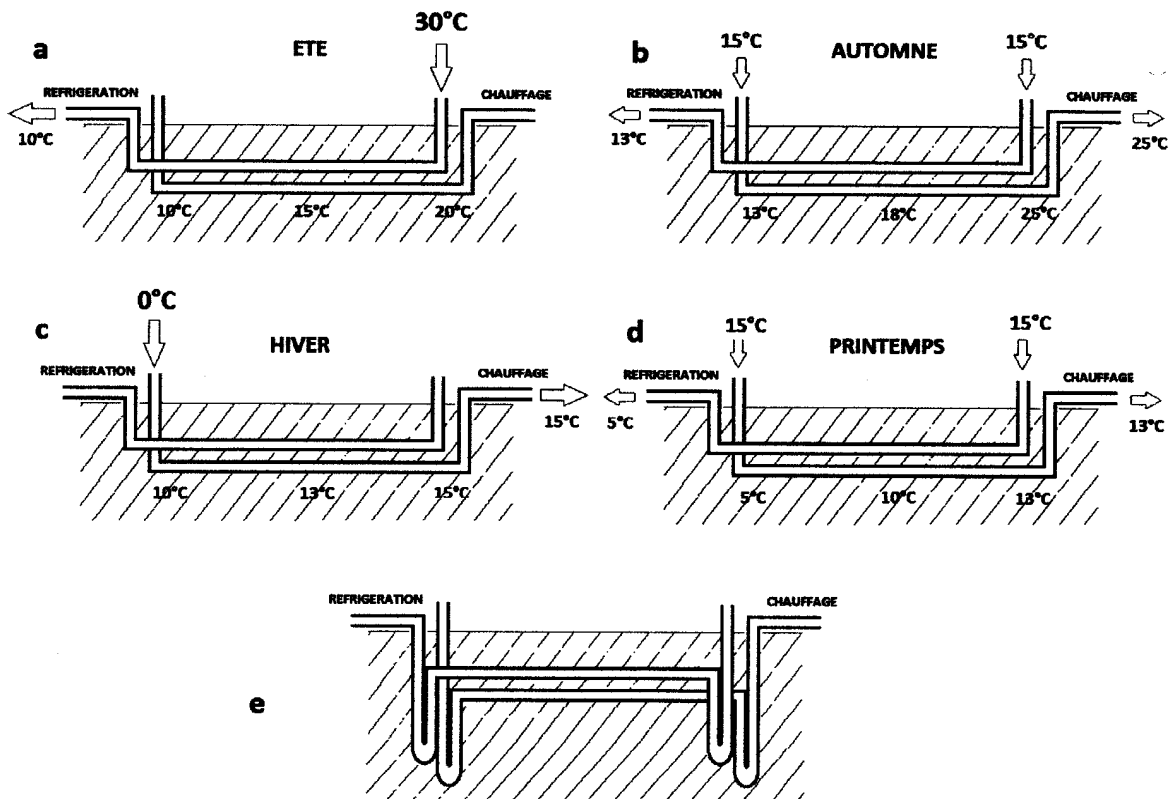


Fig.A3

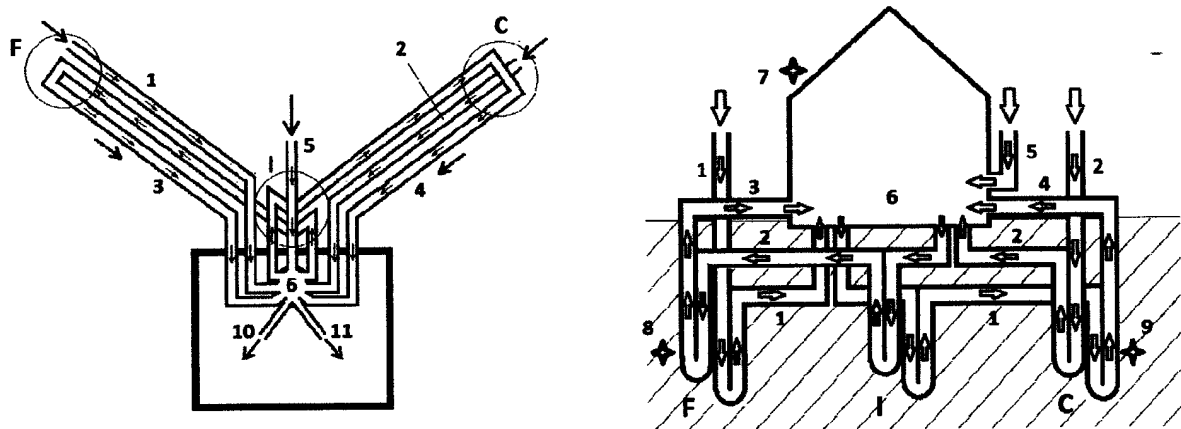
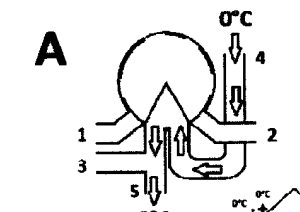


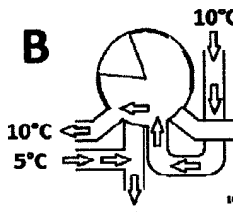
Fig. A4

REFRIGERATION

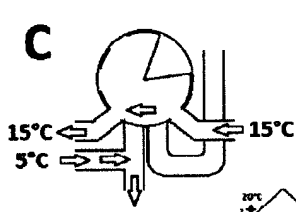
A



B



C



CHAUFFAGE

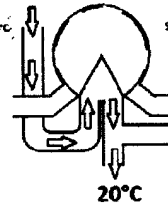
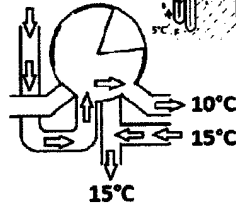
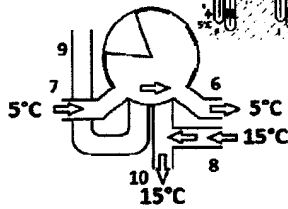
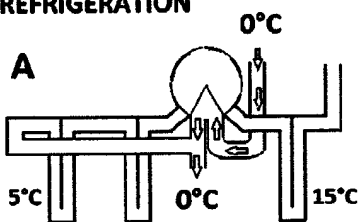


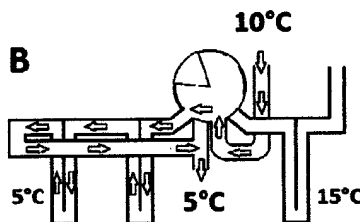
Fig. A5

REFRIGERATION

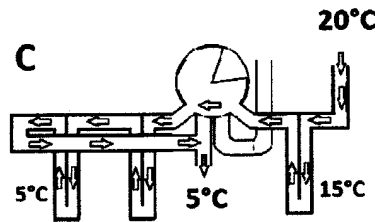
A



B



C



CHAUFFAGE

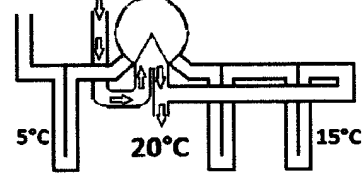
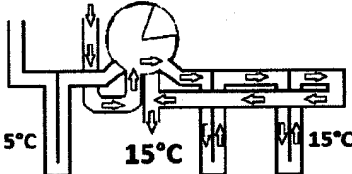
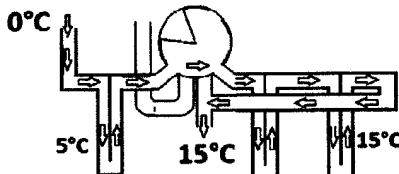


Fig. A6

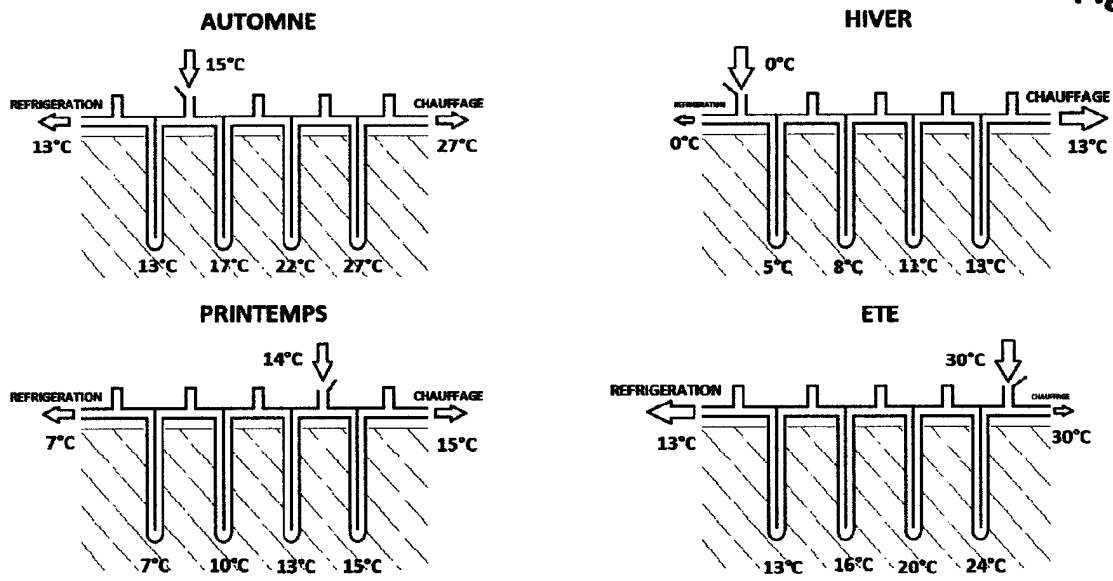


Fig. A7

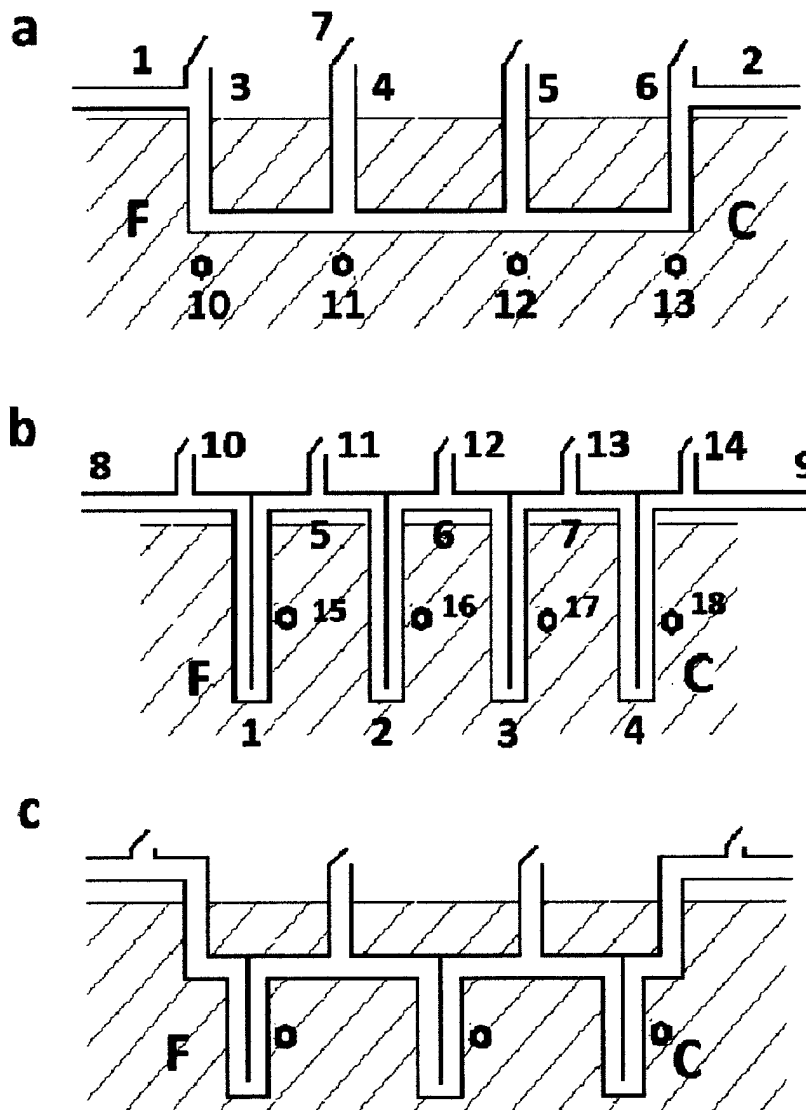


Fig. A8

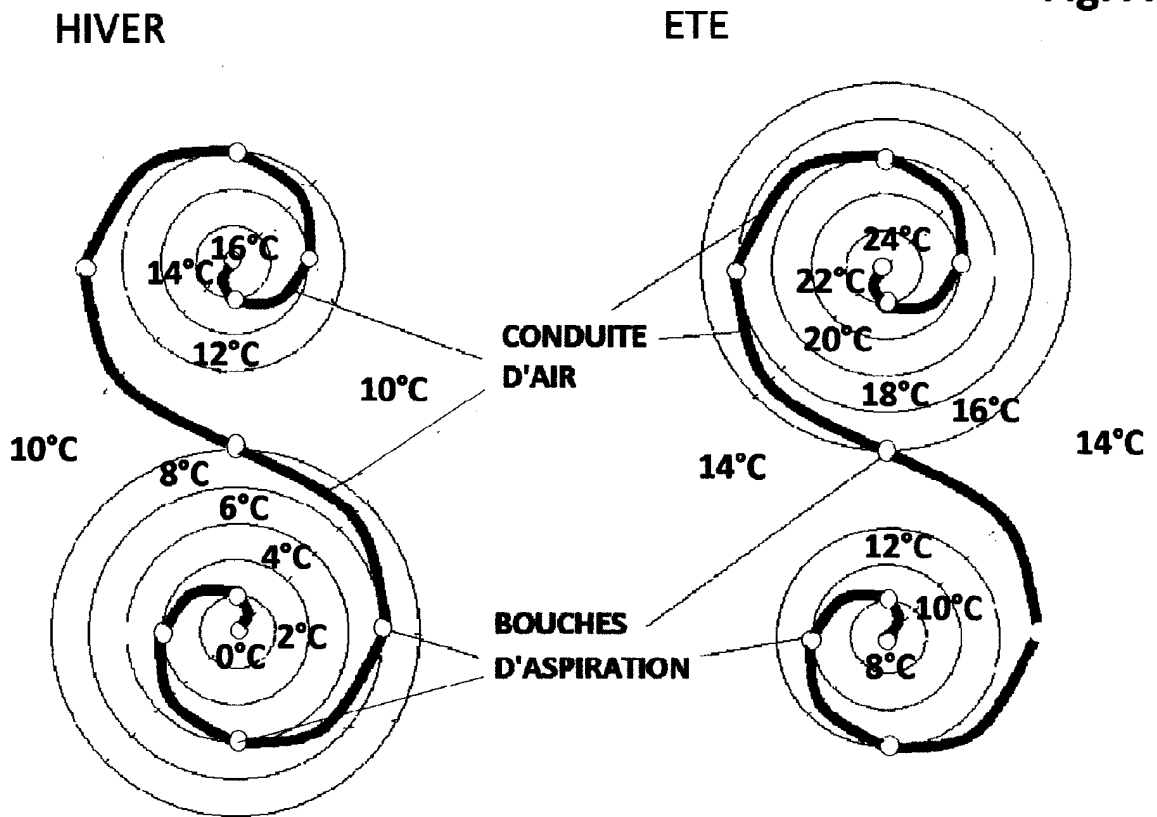


Fig. A9

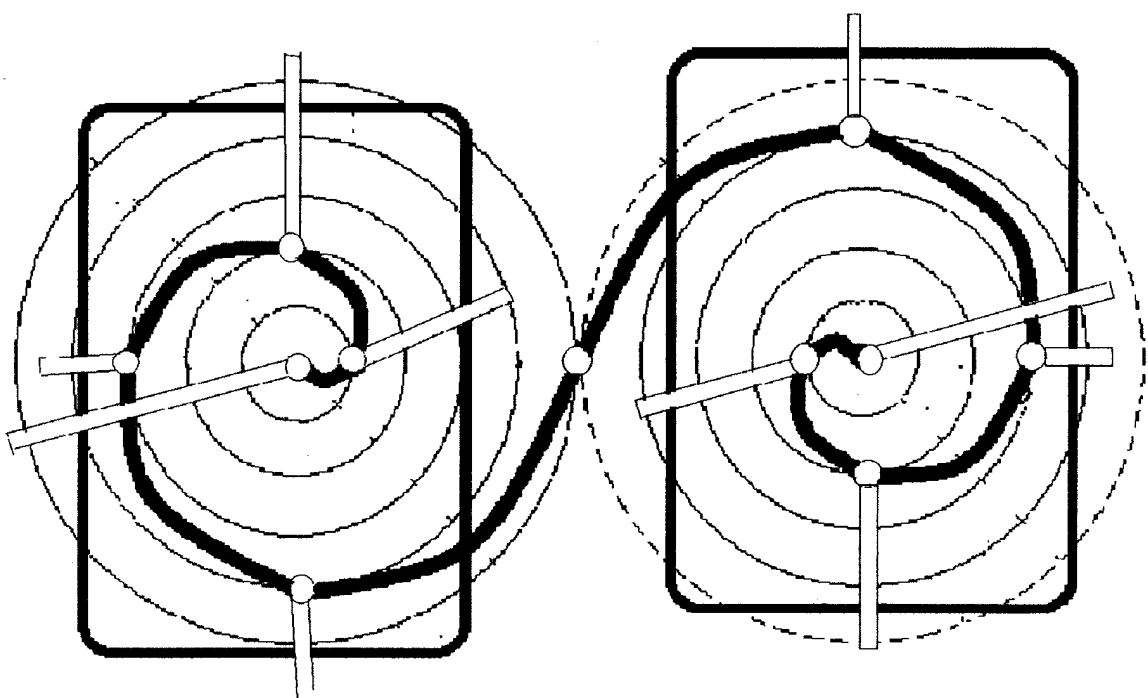


Fig. A10

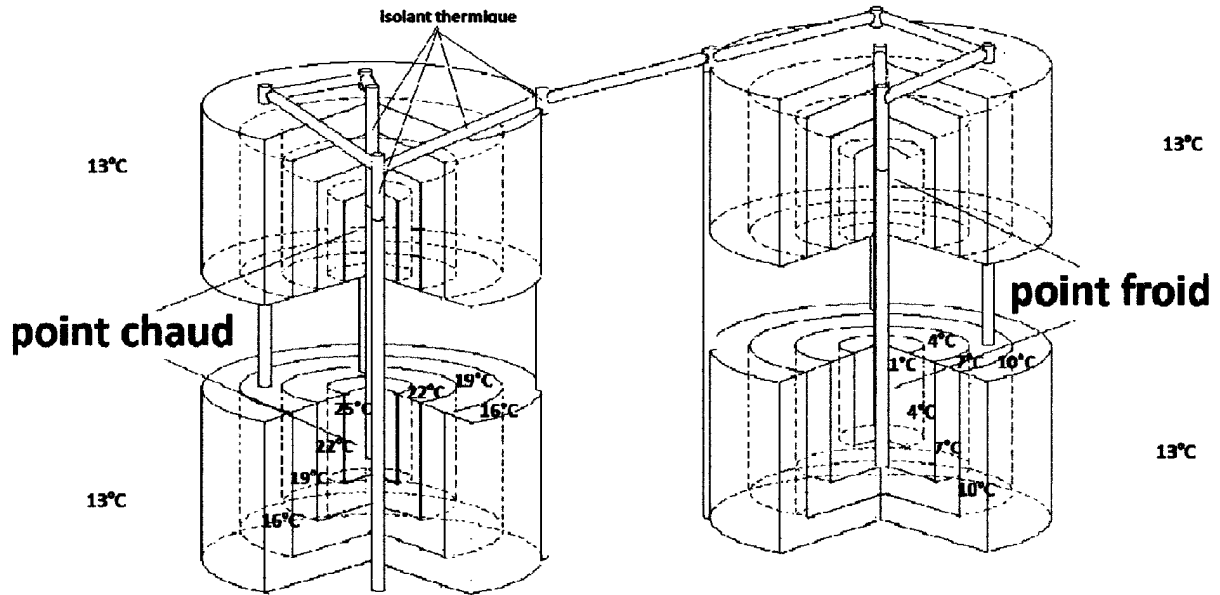


Fig A11

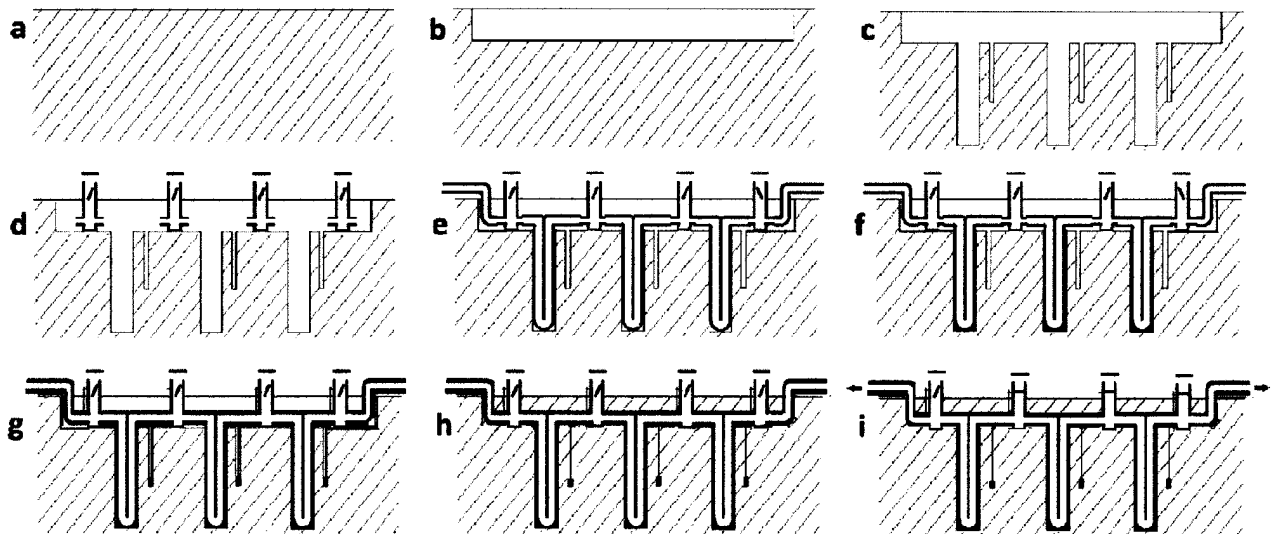


Fig.A12

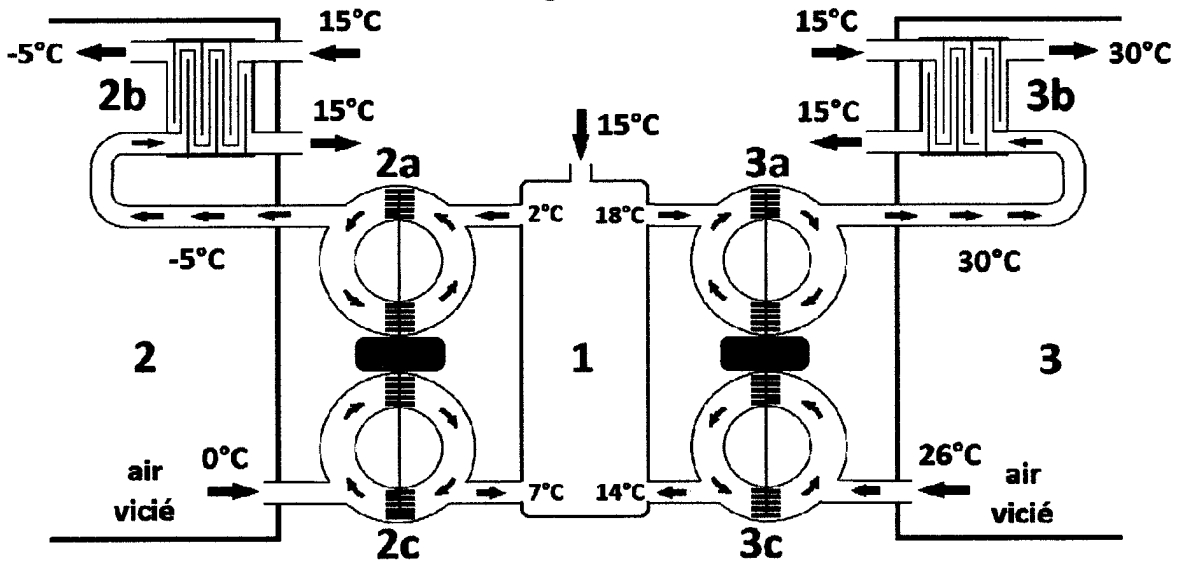


Fig.A13

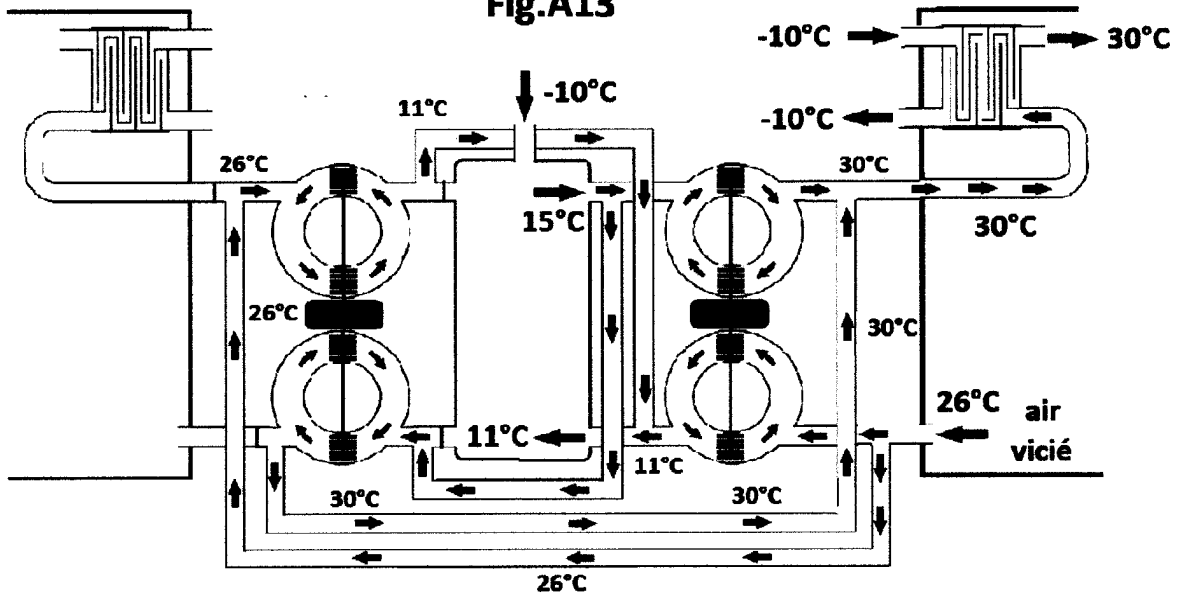


Fig.A14

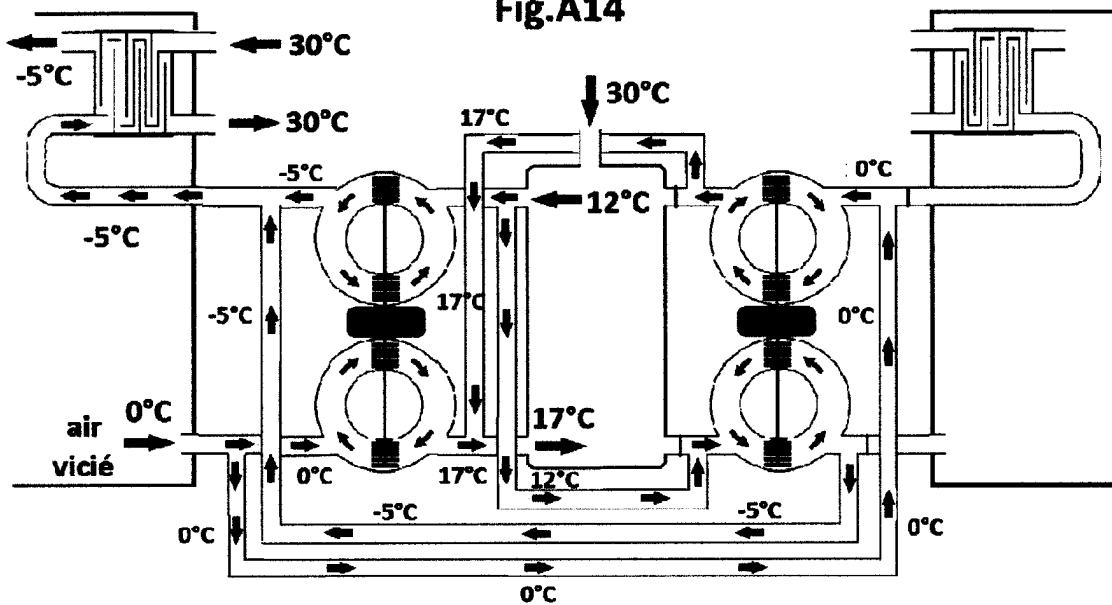


Fig.A15

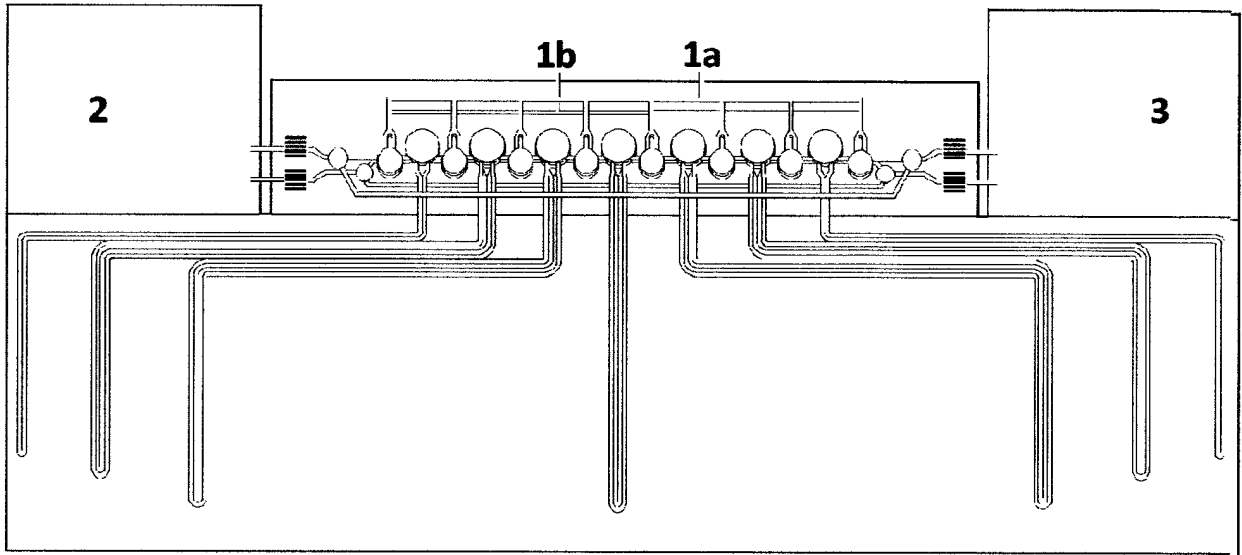


Fig.A16

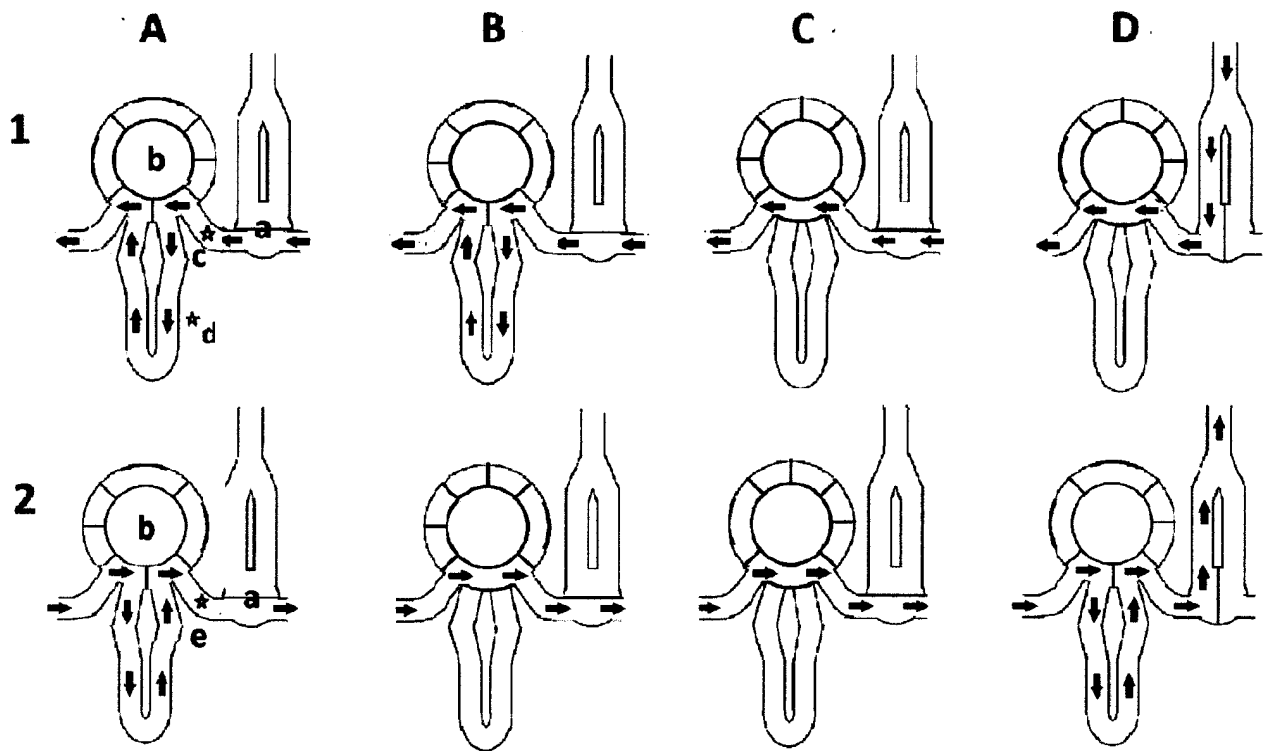


Fig A17

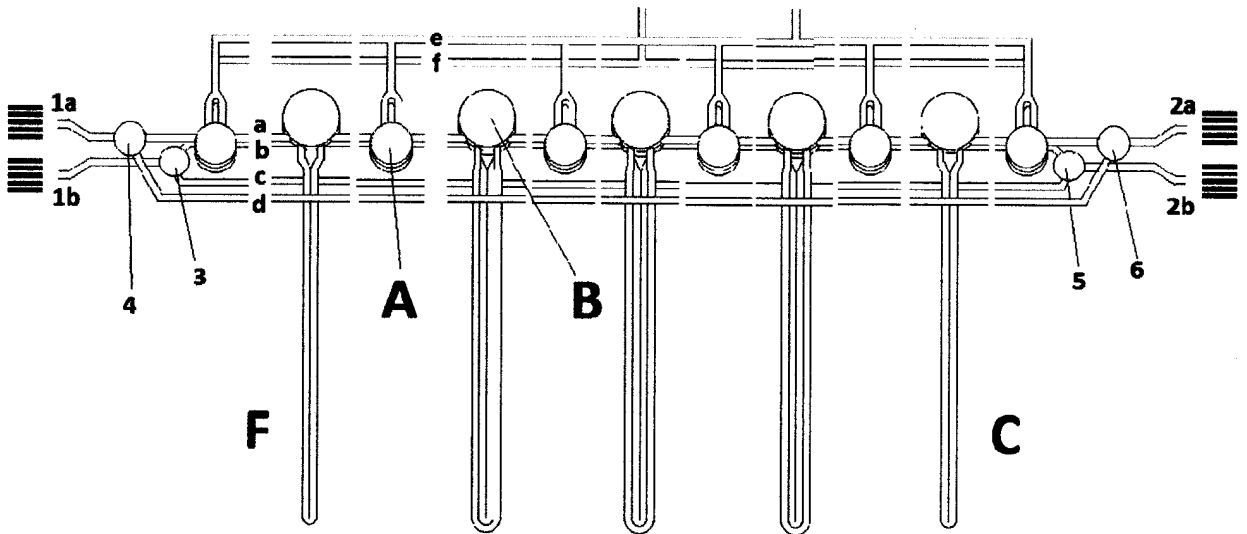
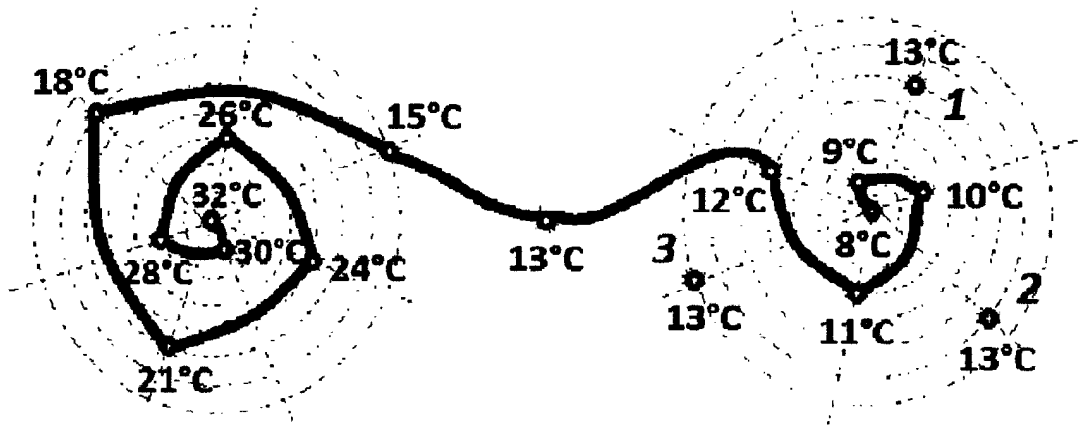
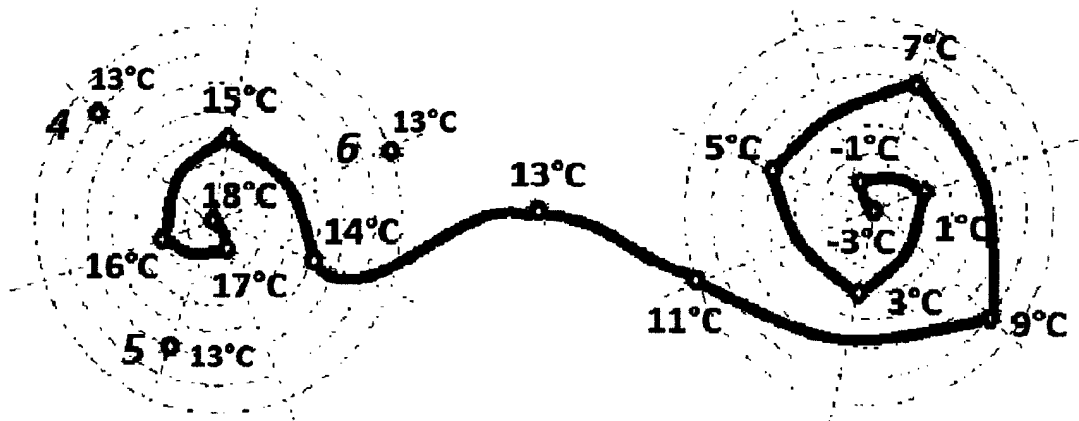


Fig.A18

A



B



9/20

SEPTEMBRE

JOUR 23°C

Fig. B 2

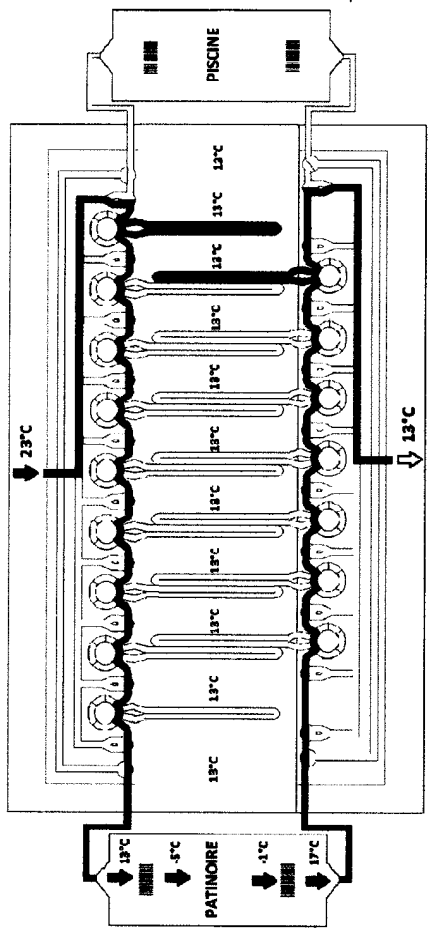
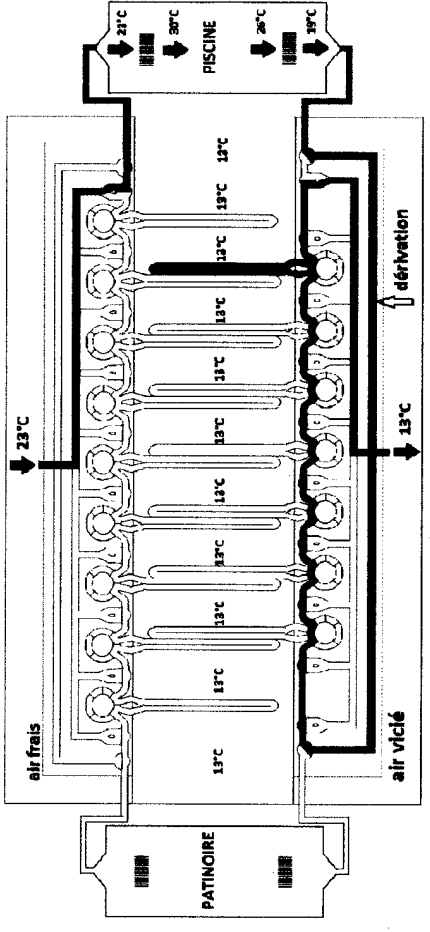


Fig. B 1



NUIT 13°C

Fig. B 4

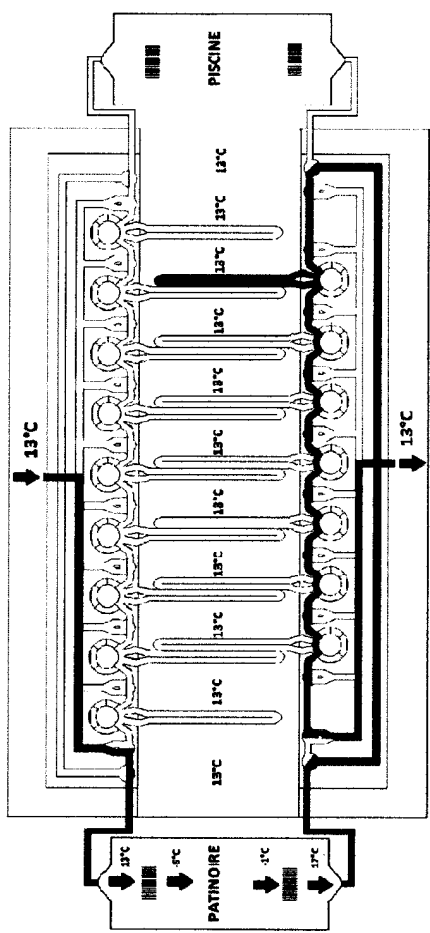
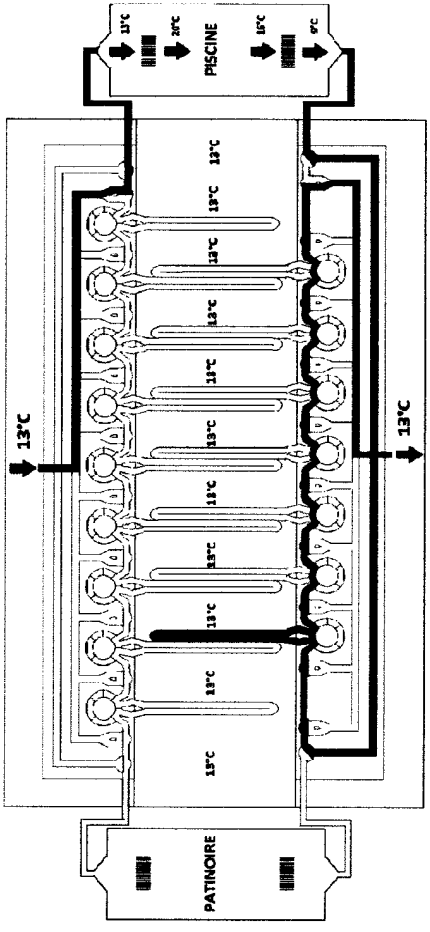


Fig. B 3



10/20

OCTOBRE

JOUR 17°C

Fig. B5

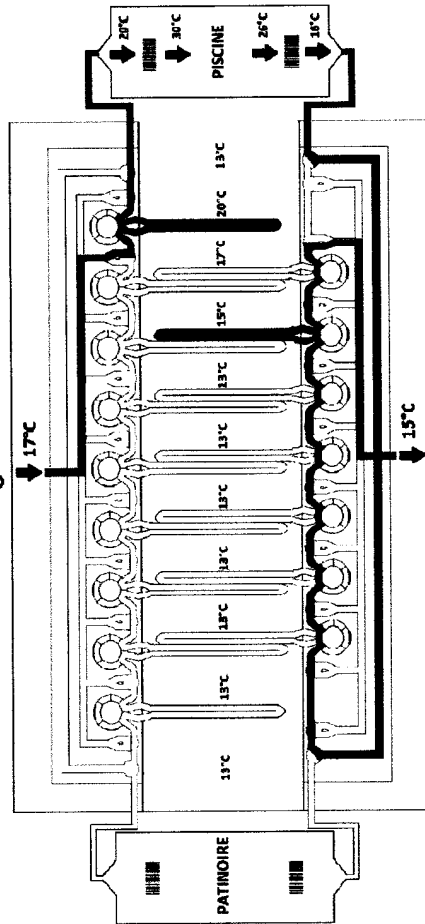


Fig. B6

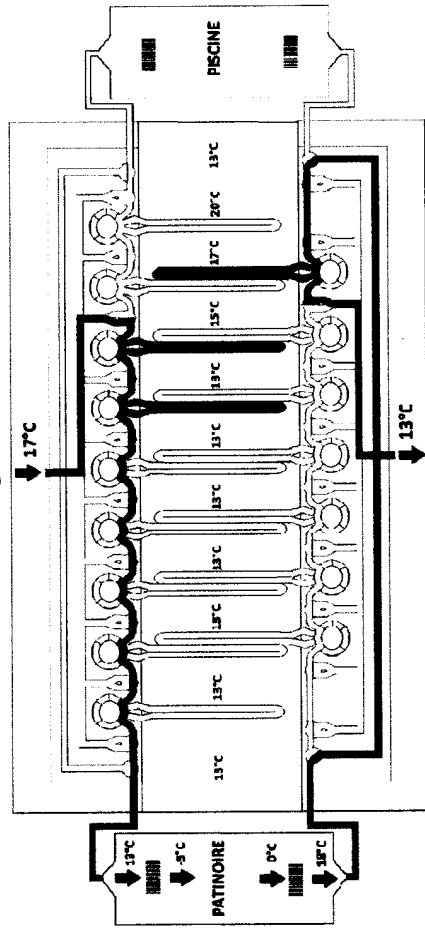


Fig. B7

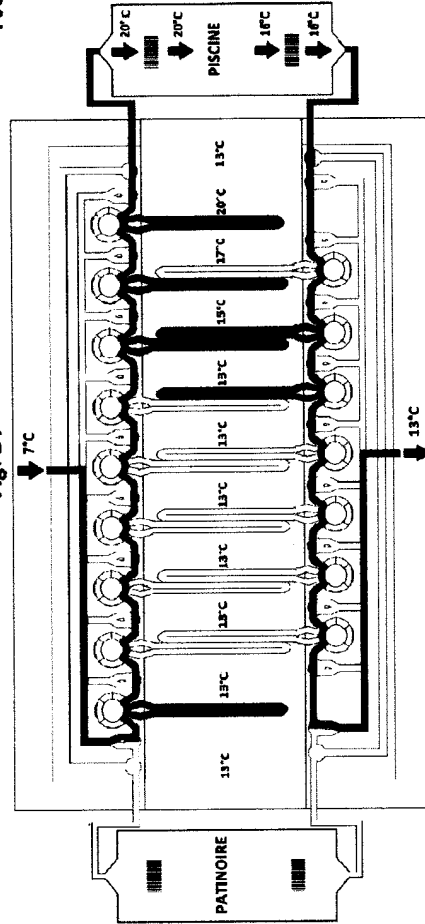
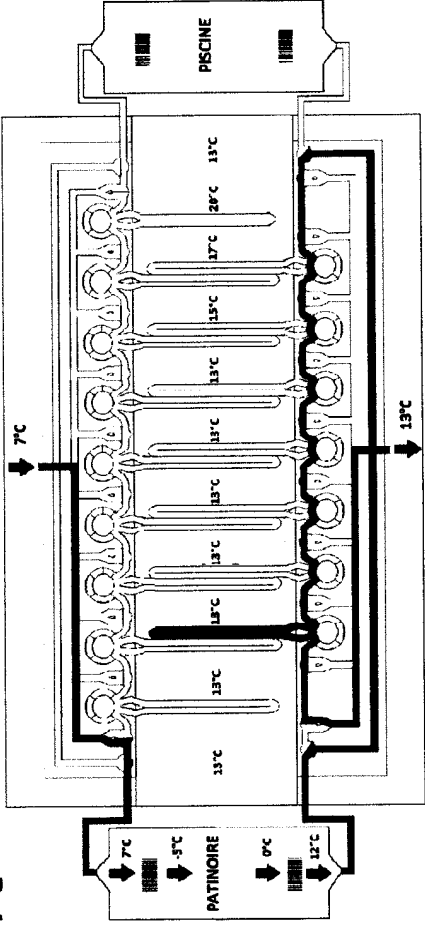


Fig. B8



11/20

NOVEMBRE

JOUR 12°C

Fig. B9

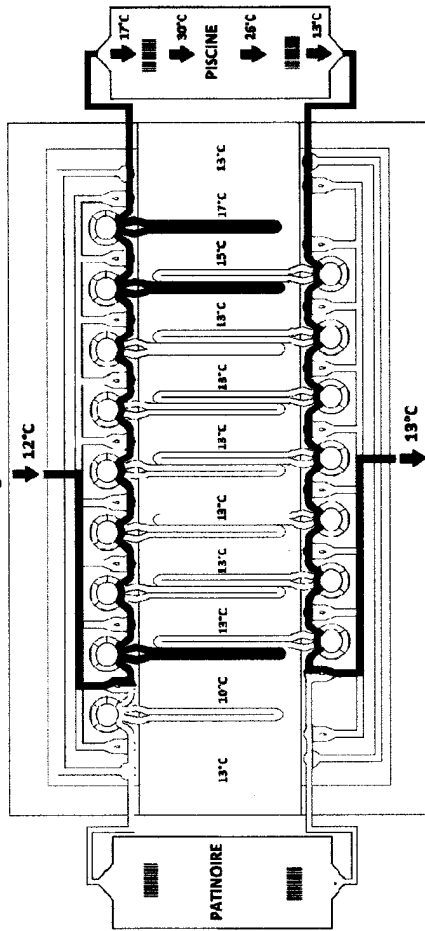
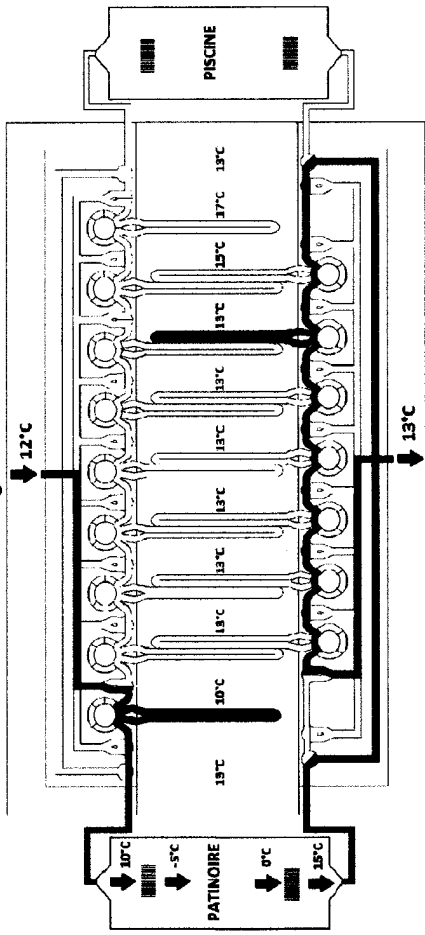


Fig. B10



NUIT 2°C

Fig. B11

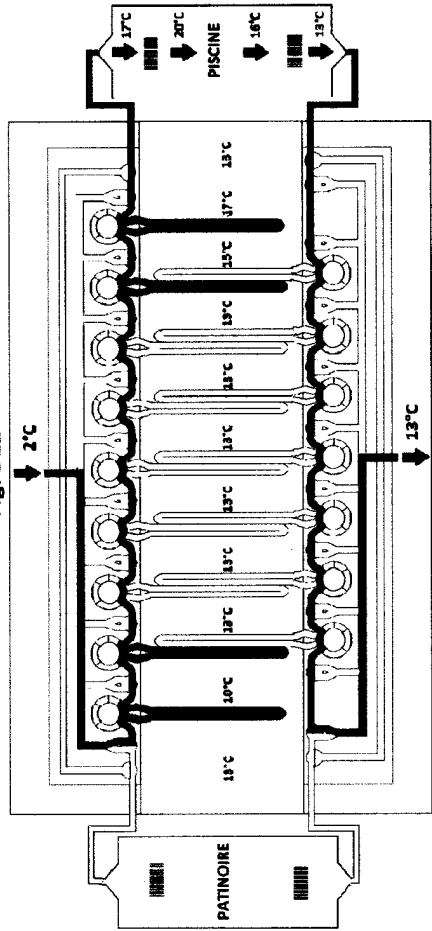
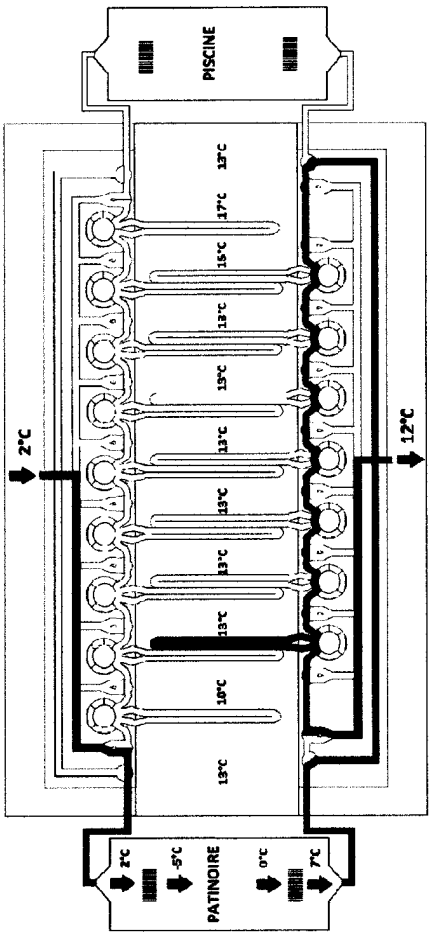


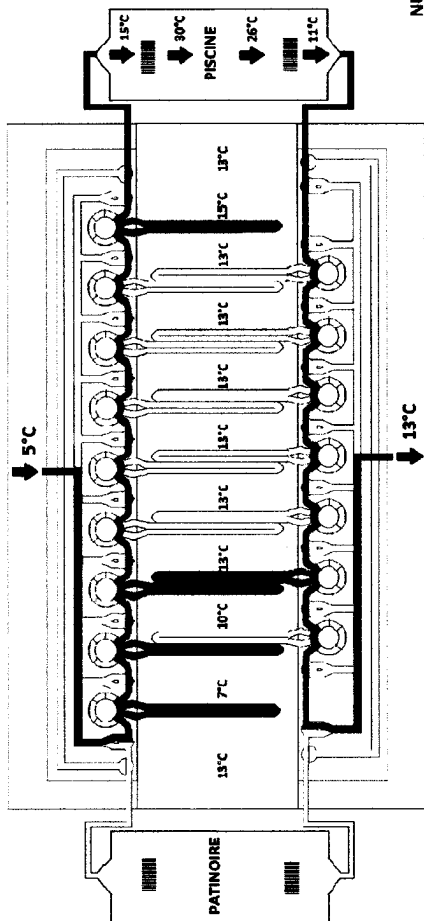
Fig. B12



12/20

DECEMBRE

Fig. B13



JOUR 5°C

NUIT -5°C

Fig. B14

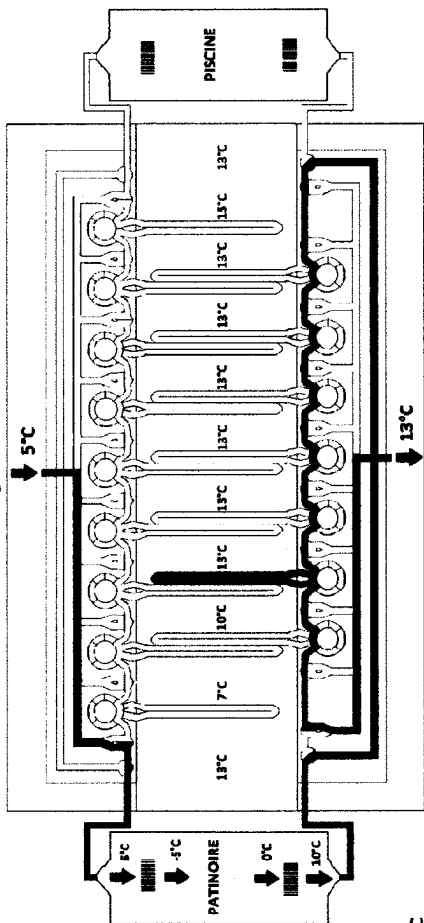


Fig. B15

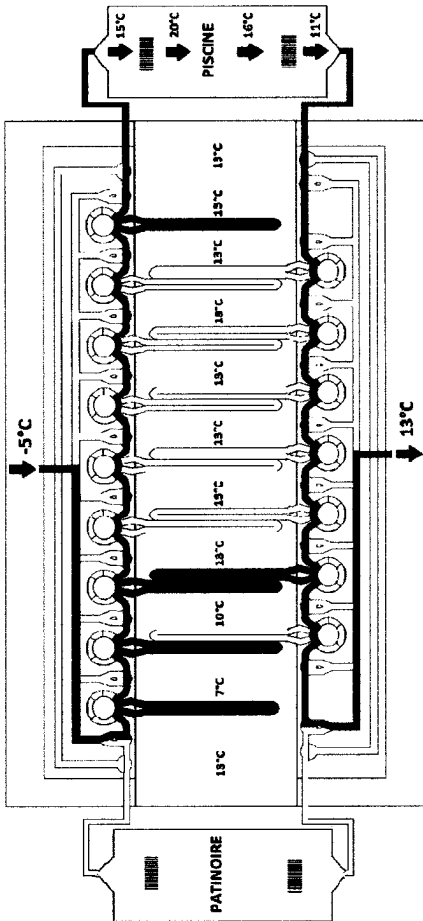
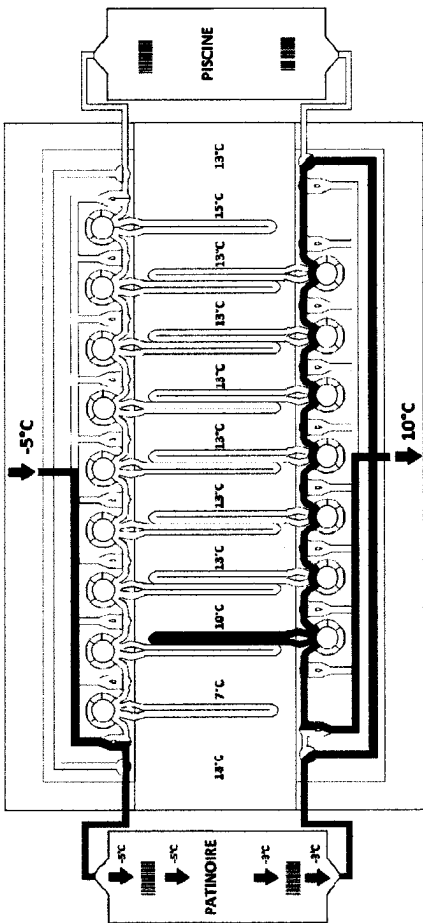


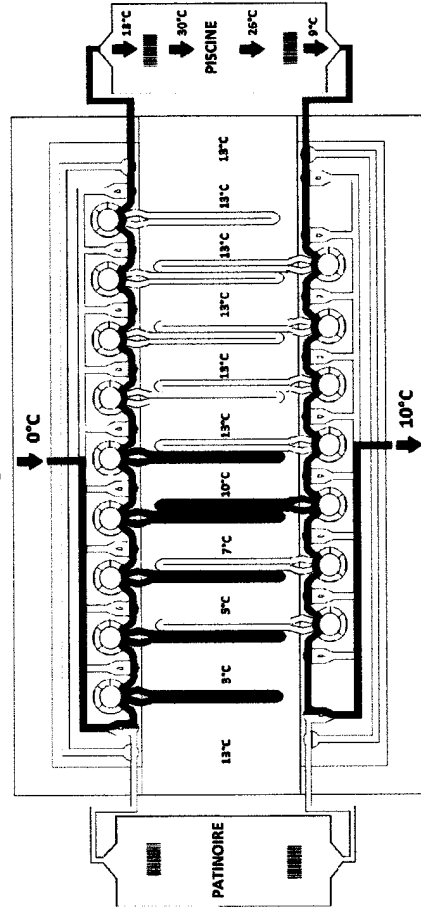
Fig. B16



13/20

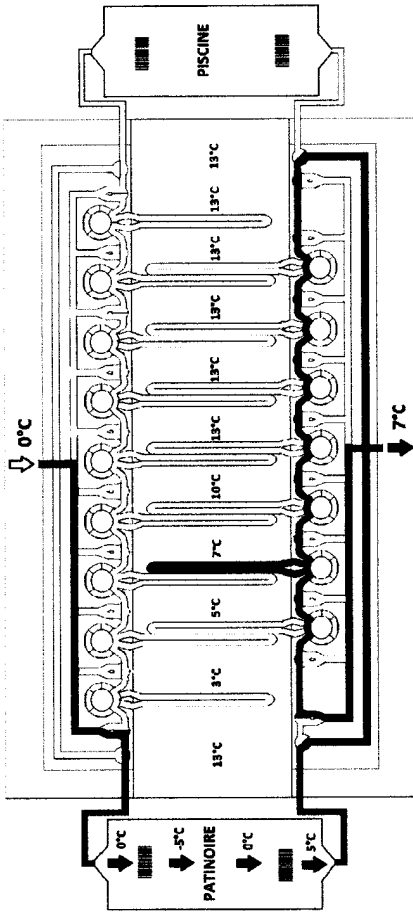
JANVIER

Fig. B17



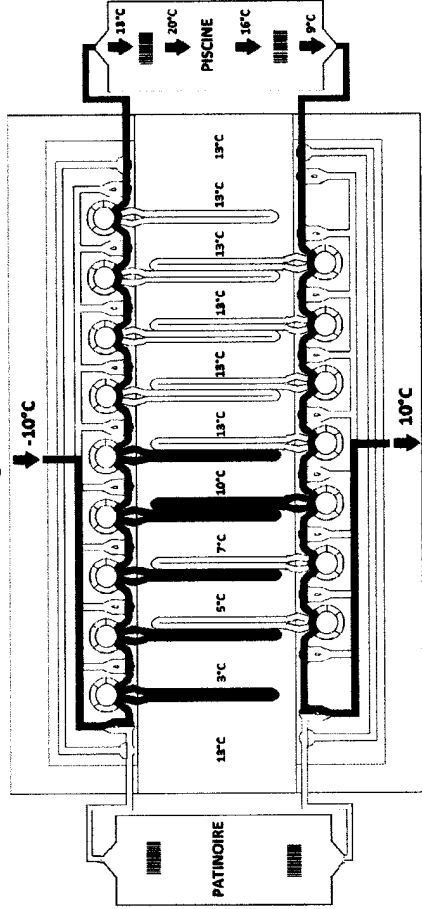
JOUR 0°C

Fig. B18



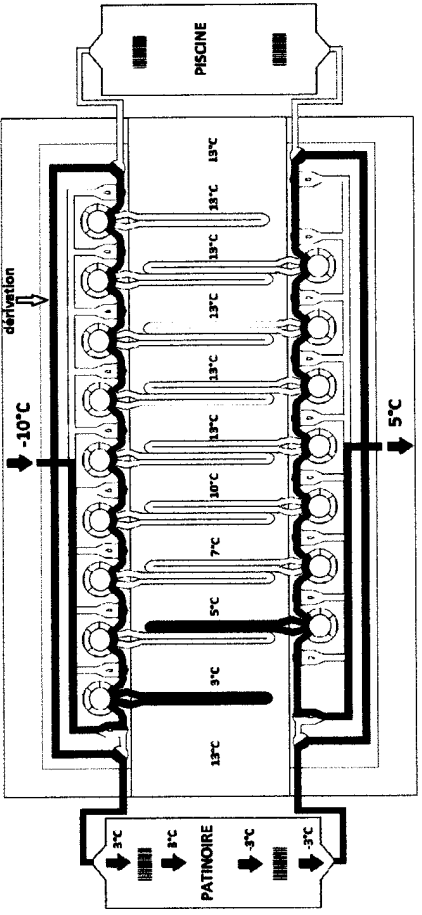
JANVIER

Fig. B19



NUIT -10°C

Fig. B20



14/20

FEVRIER

JOUR 5°C

Fig. B 21

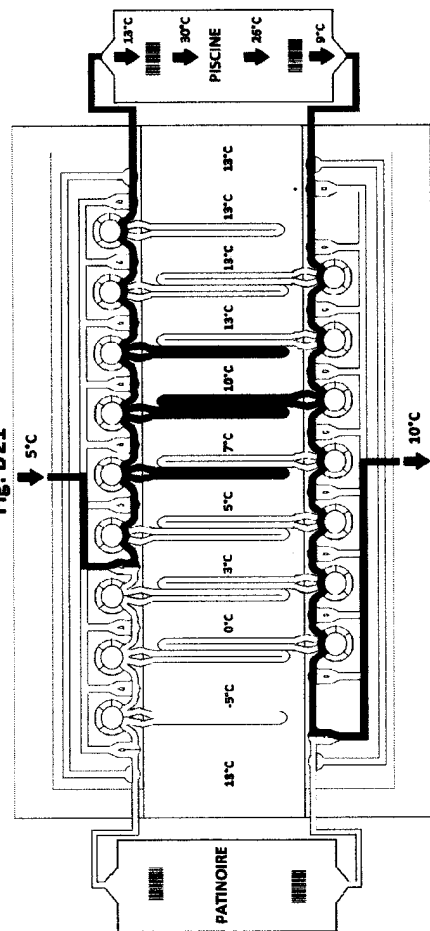
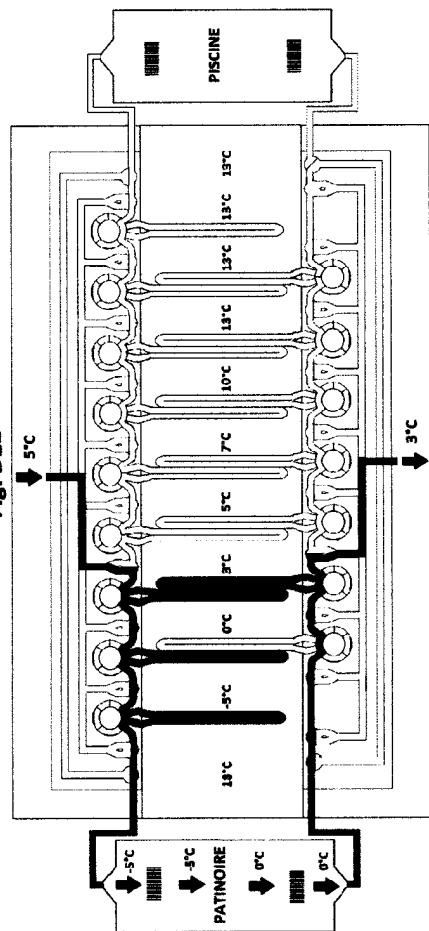


Fig. B 22



NUIT -5°C

Fig. B 23

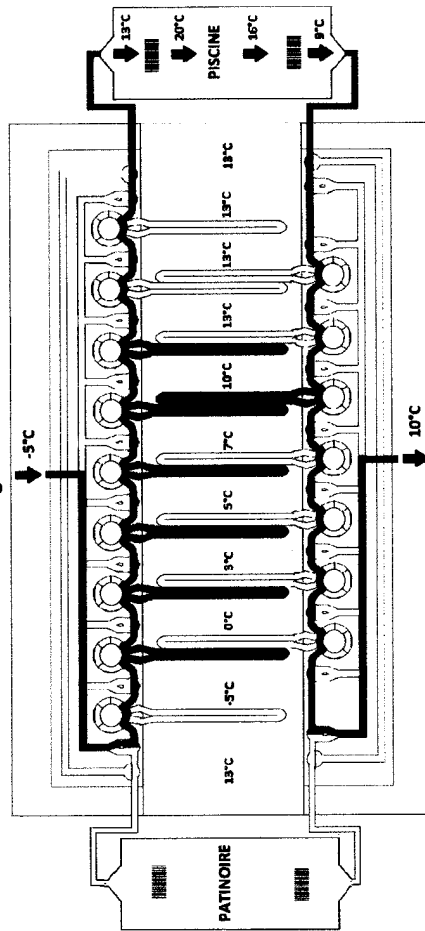
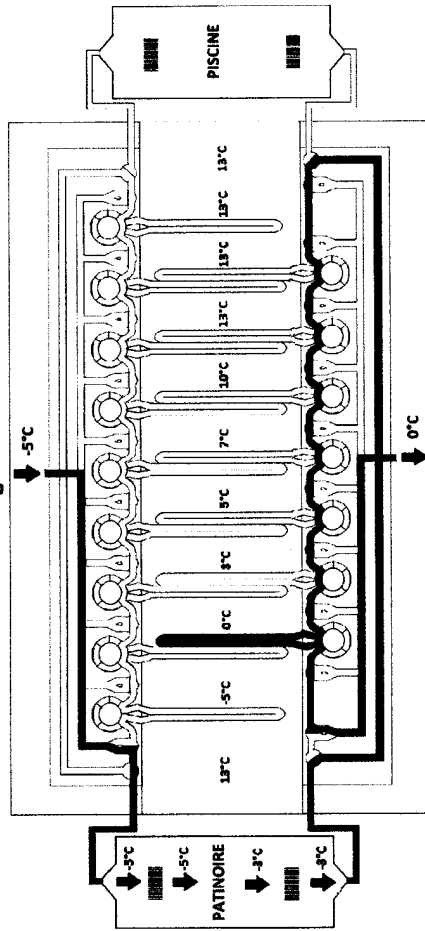


Fig. B 24



MARS

JOUR 12°C

Fig. B25

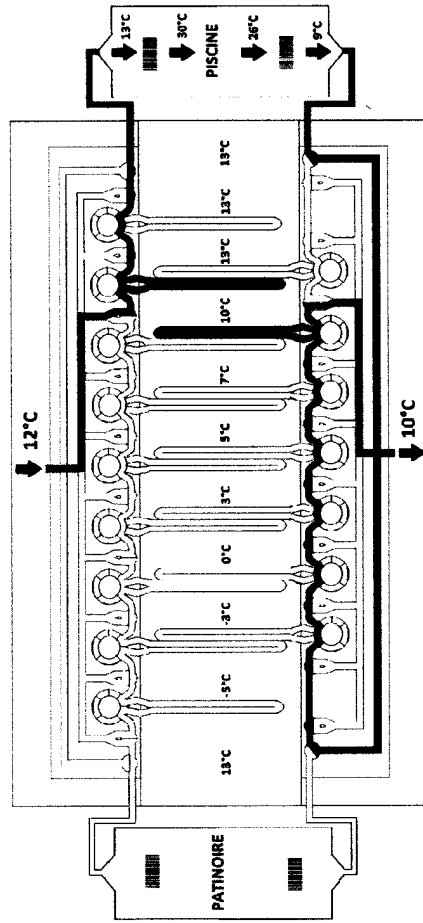
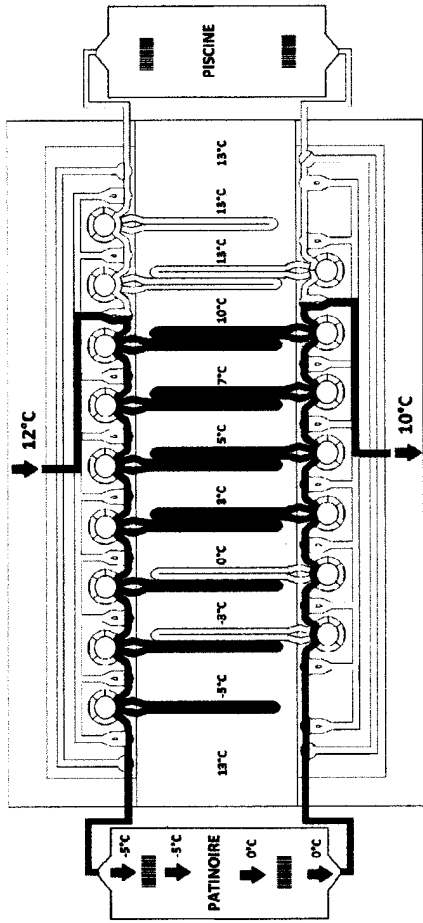


Fig. B26



MARS

NUIT 2°C

Fig. B27

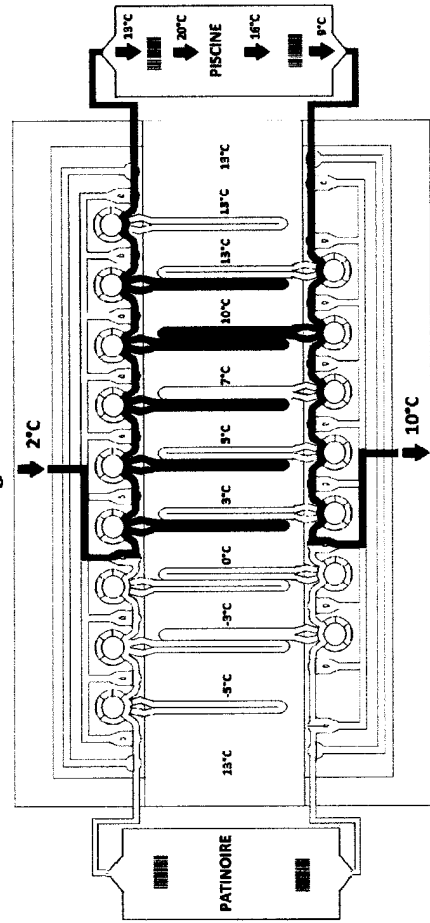
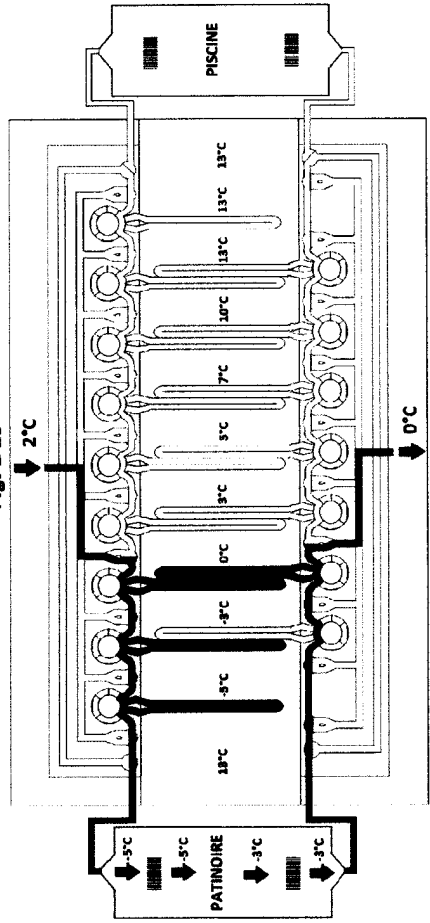


Fig. B28



16/20

AVRIL

JOUR 17°C

Fig. B29

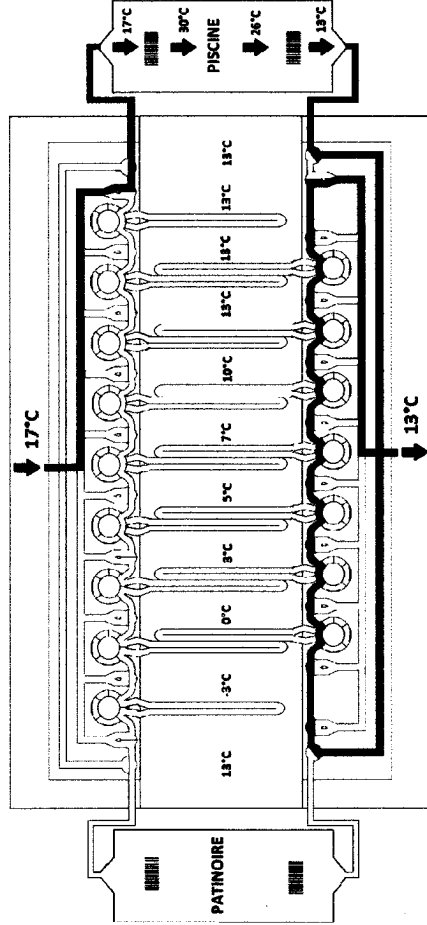
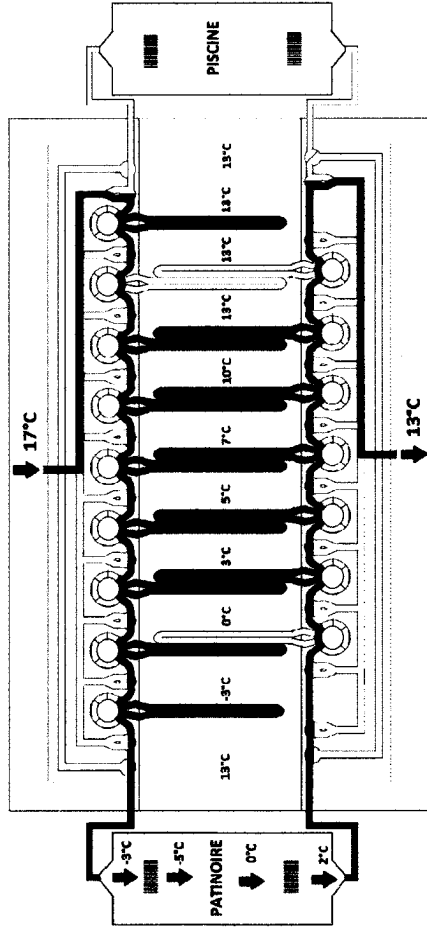


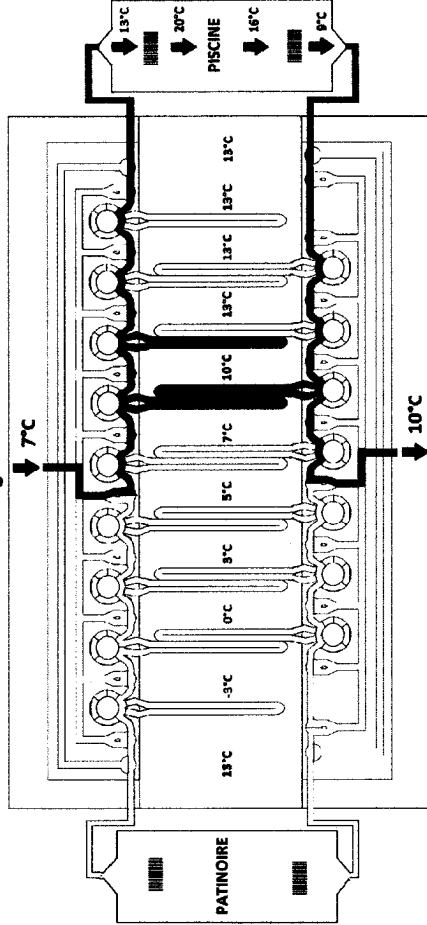
Fig. B30



AVRIL

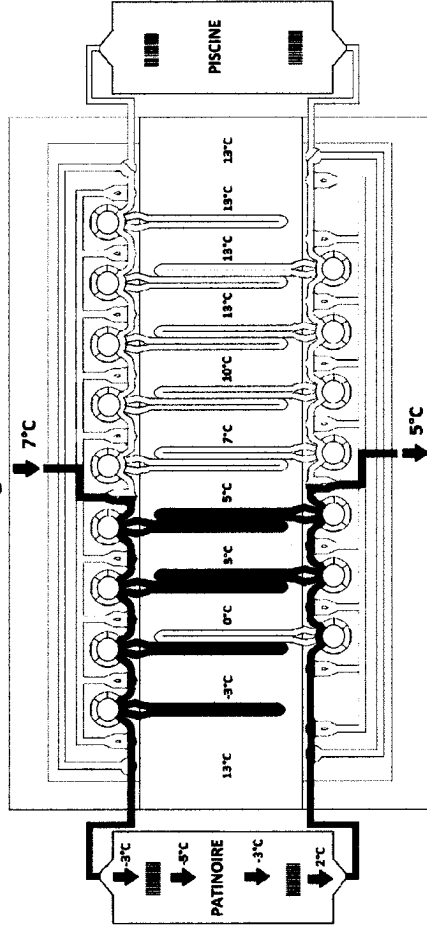
JOUR 17°C

Fig. B31



NUIT 7°C

Fig. B32



17/20

MAI

JOUR 23°C

Fig. B34

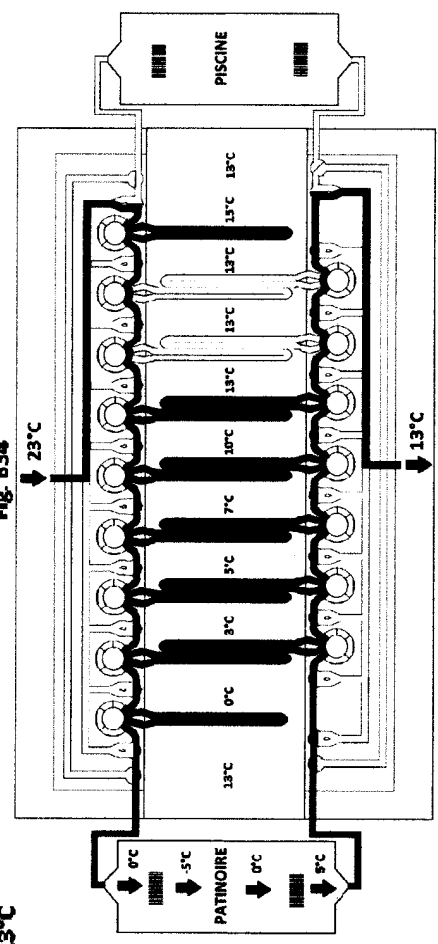
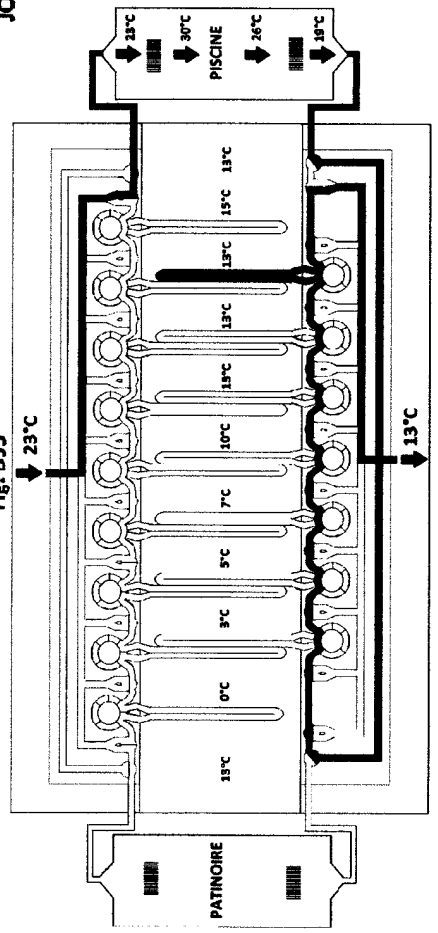


Fig. B33



NUIT 13°C

Fig. B36

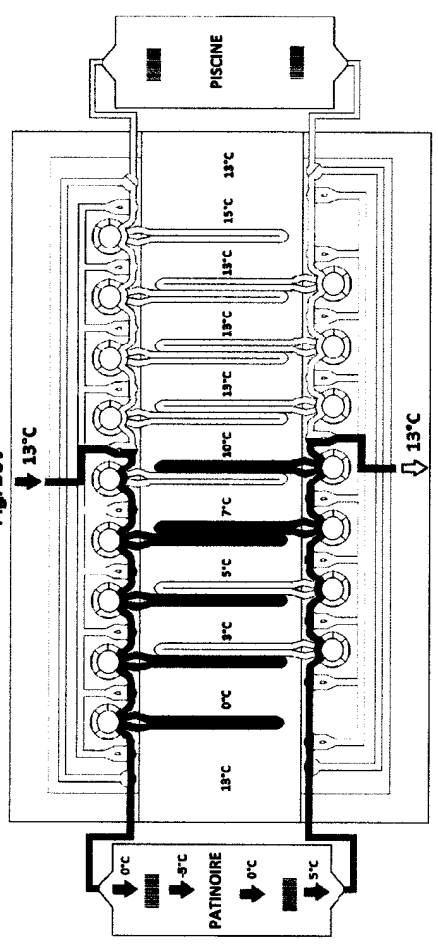
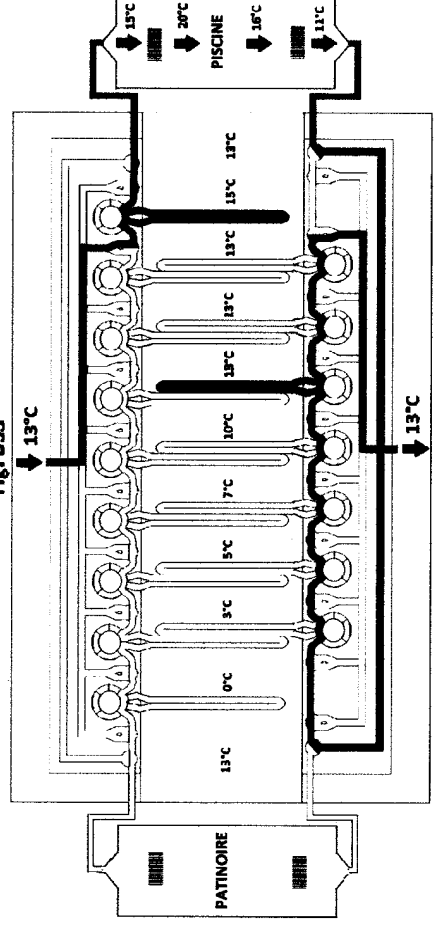


Fig. B35



18/20

JUIN

JOUR 25°C

FIG. B37

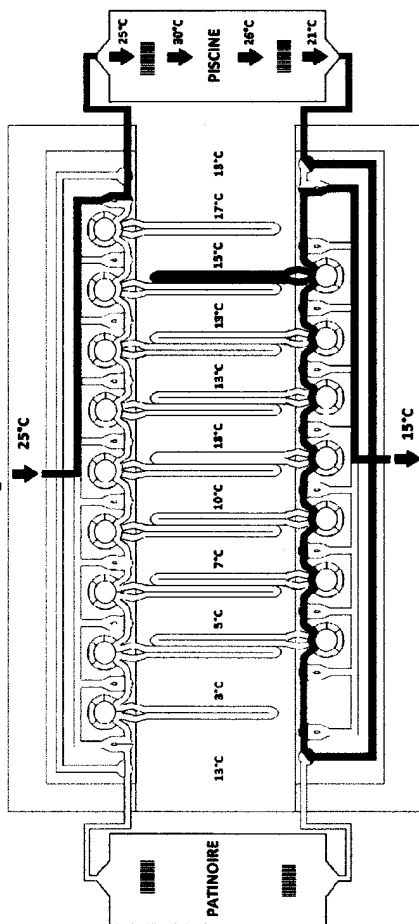
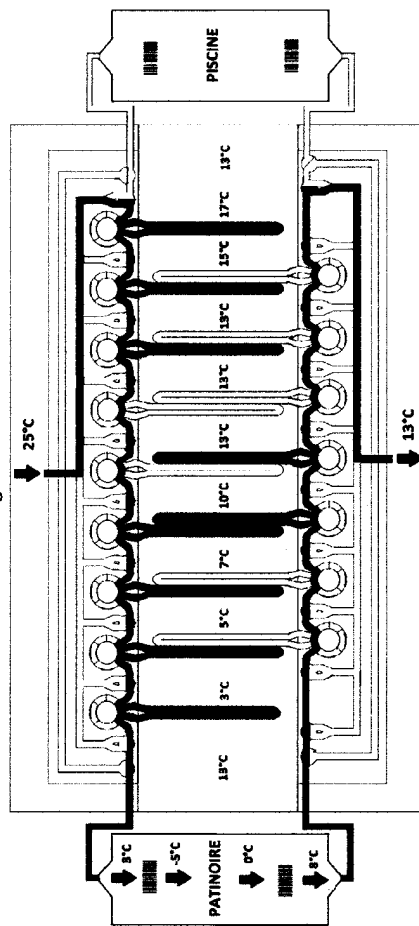


FIG. B38



NUIT 15°C

FIG. B39

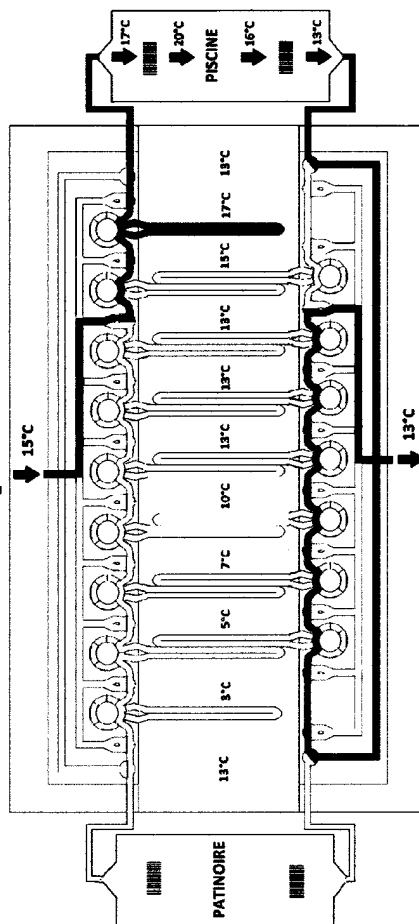
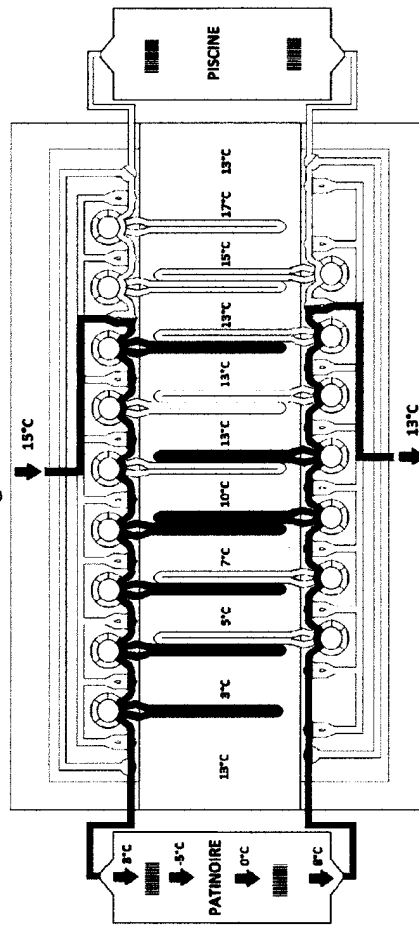


FIG. B40



19/20

JUILLET

JOUR 30°C

Fig. B41

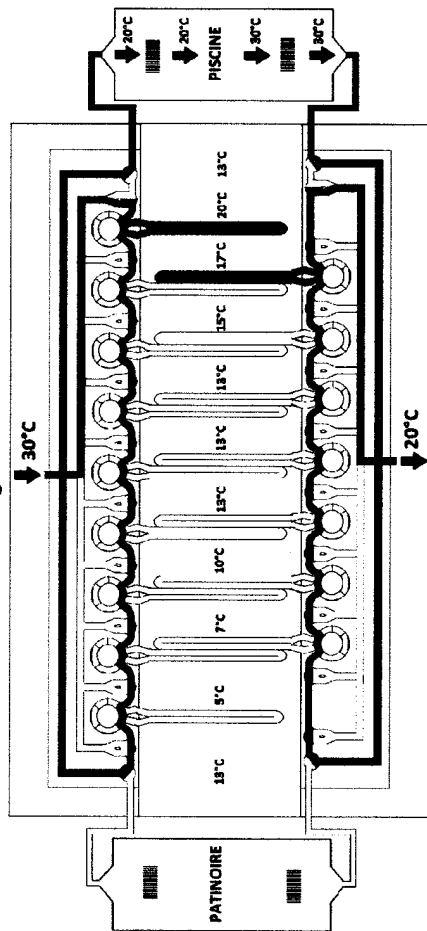


Fig. B42

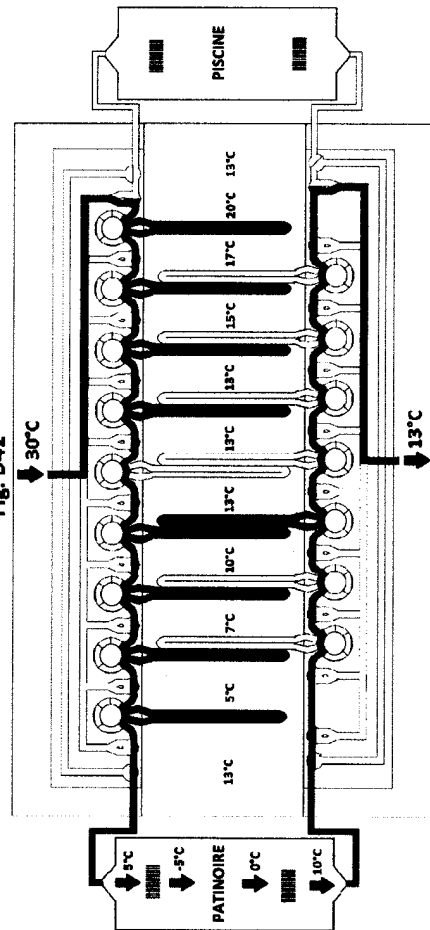


Fig. B43

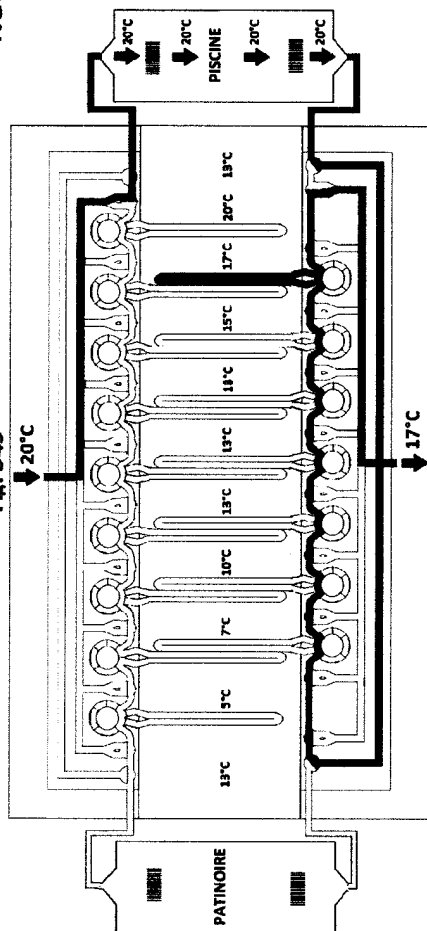
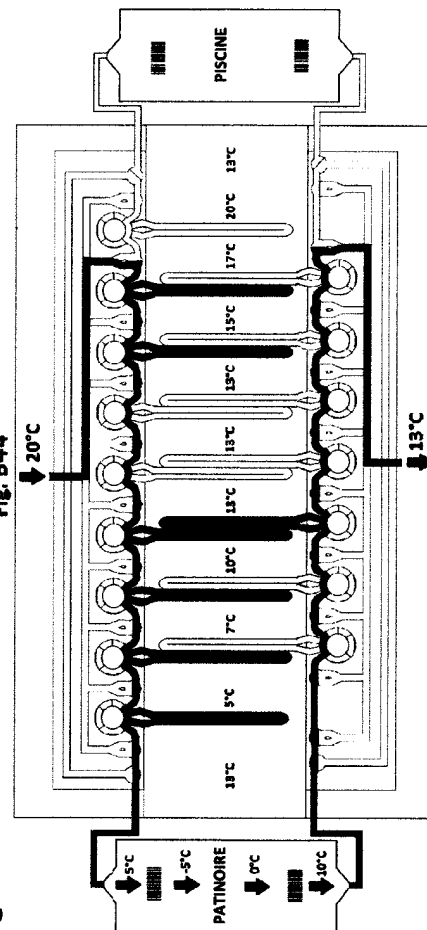


Fig. B44



NUIT 20°C

20/20

AOUT

JOUR 32°C

NUIT 22°C

Fig. B45

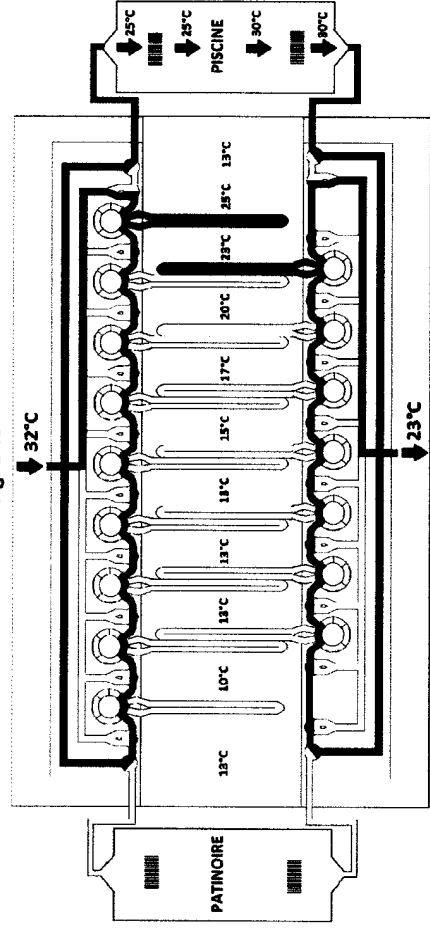


Fig. B46

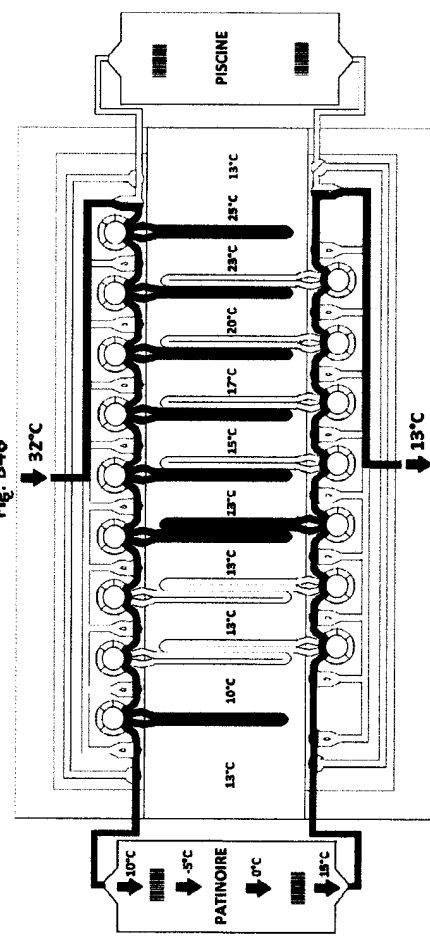


Fig. B47

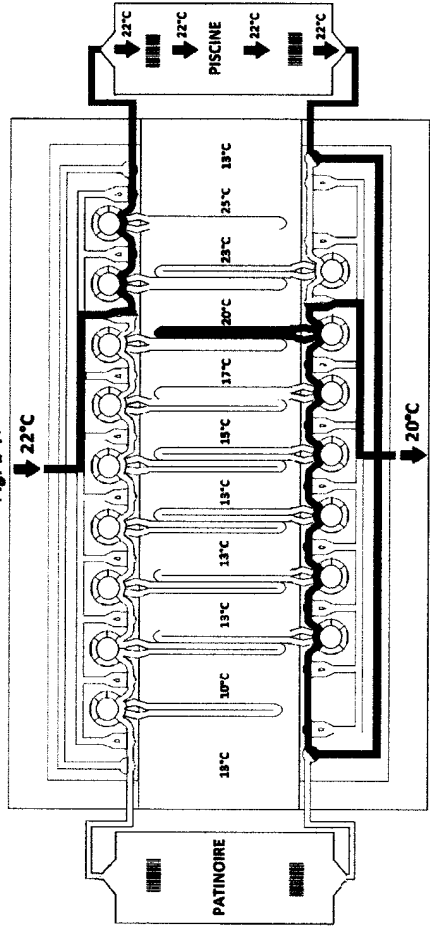
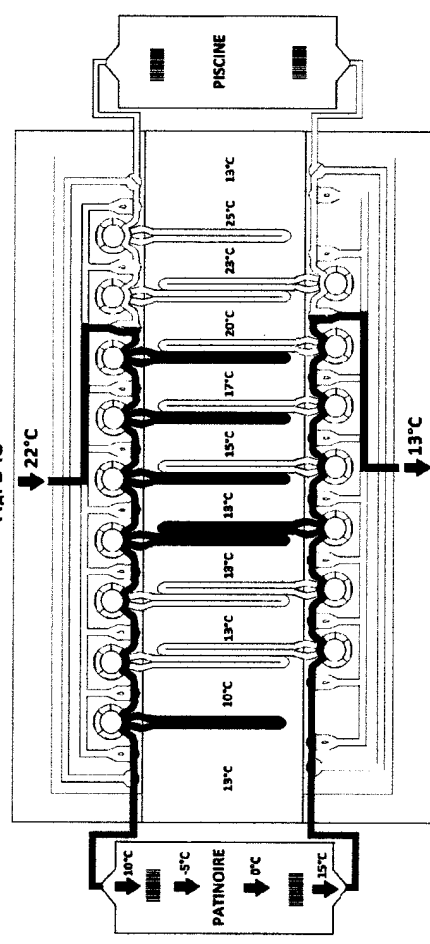


Fig. B48



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 800126
FR 1302729

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 600 700 A1 (YANG TAI-HER [TW]) 30 novembre 2005 (2005-11-30)	1,2,4	F24J3/08 F25B29/00 F28D20/00
Y	* alinéa [0010] - alinéa [0019]; figures 3-5 *	3,5	
X	----- US 2012/261091 A1 (KRECKE) 18 octobre 2012 (2012-10-18) * alinéa [0285] - alinéa [0292]; figures 1-5d, 16 * * alinéa [0179] - alinéa [0247] *	1,2	
X	----- HUMM O: "DAS NULLENERGIEHAUS IM ERDREICH", TECHNISCHE RUNDSCHAU, HALLWAG AG, CH, vol. 80, no. 16, 15 avril 1988 (1988-04-15), page 102/103, XP000024766, ISSN: 1023-0823 * le document en entier *	1,2	
X	----- DATABASE WPI Section PQ, Week 201302 Thomson Scientific, London, GB; Class Q74, AN 2012-R30341 XP002732794, -& JP 2012 251677 A (SHIRAIWA KOMUSHO KK) 20 décembre 2012 (2012-12-20) * abrégé; figures 1,5 *	1,2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F28D F24F
X	----- JP S60 178252 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 12 septembre 1985 (1985-09-12) * abrégé; figures 1-20 *	1,2,7	
X	----- JP S58 66740 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 21 avril 1983 (1983-04-21) * abrégé; figures 1-4 *	1,2	
	----- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 novembre 2014		Beltzung, Francis	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 800126
FR 1302729

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 4 219 074 A (HANSEN UWE [DE]) 26 août 1980 (1980-08-26) * colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 48; figure 1 *	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	FR 2 893 123 A1 (VENTILONE SARL [FR]) 11 mai 2007 (2007-05-11) * page 11, ligne 17 - page 33, ligne 21; figures 1-8D *	5	
A	US 4 373 573 A (MADWED ALBERT [US]) 15 février 1983 (1983-02-15) * colonne 4, ligne 50 - colonne 16, ligne 22; figures 1A-6 *	1-7	
A	US 4 299 277 A (MCGREGOR JAMES M) 10 novembre 1981 (1981-11-10) * colonne 3, ligne 21 - colonne 9, ligne 4; figures 1-5 *	1-7	
A	CA 2 638 235 A1 (BARDSLEY JAMES E [CA]; LAY TERRY G [CA]) 13 février 2010 (2010-02-13) * page 17, ligne 6 - page 21, ligne 51; figure 1 *	1-7	
A	JP 2008 025984 A (MISAWA KANKYO GIJUTSU KK) 7 février 2008 (2008-02-07) * abrégé; figures 1-18 *	1-7	
A	DE 10 2005 011239 A1 (BLZ GEOTECHNIK GMBH [DE]) 14 septembre 2006 (2006-09-14) * alinéa [0025] - alinéa [0045]; figures 1-11 *	1-7	
	----- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 novembre 2014		Beltzung, Francis	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 800126
FR 1302729

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 4 157 730 A (DESPOIS JACQUES [FR] ET AL) 12 juin 1979 (1979-06-12) * colonne 4, ligne 67 - colonne 10, ligne 29; figures 1-8 *	1-7	
A	DE 28 11 439 A1 (HANSEN UWE) 27 septembre 1979 (1979-09-27) * page 8, ligne 7 - page 9, ligne 25; figures 1,2 *	1-7	
A	US 4 234 037 A (ROGERS WALTER E ET AL) 18 novembre 1980 (1980-11-18) * colonne 2, ligne 66 - colonne 6, ligne 52; figures 1-4 *	1-7	
A	JP S58 148350 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 3 septembre 1983 (1983-09-03) * abrégé; figures 1-5 *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		21 novembre 2014	Beltzung, Francis
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1302729 FA 800126**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-11-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1600700	A1	30-11-2005	AT 411497 T	15-10-2008
			DK 1600700 T3	16-02-2009
			EP 1600700 A1	30-11-2005
			ES 2315621 T3	01-04-2009

US 2012261091	A1	18-10-2012	CA 2776977 A1	14-04-2011
			DE 202009013639 U1	03-03-2011
			EP 2486335 A2	15-08-2012
			US 2012261091 A1	18-10-2012
			WO 2011042192 A2	14-04-2011

JP 2012251677	A	20-12-2012	JP 5351210 B2	27-11-2013
			JP 2012251677 A	20-12-2012

JP S60178252	A	12-09-1985	AUCUN	

JP S5866740	A	21-04-1983	JP S5866740 A	21-04-1983
			JP S6143606 B2	29-09-1986

US 4219074	A	26-08-1980	BE 862819 A1	02-05-1978
			CA 1103533 A1	23-06-1981
			CH 628414 A5	26-02-1982
			DE 2700822 A1	20-07-1978
			DK 542277 A	12-07-1978
			FR 2377015 A1	04-08-1978
			GB 1585722 A	11-03-1981
			NL 7800336 A	13-07-1978
			SE 7800232 A	12-07-1978
			US 4219074 A	26-08-1980

FR 2893123	A1	11-05-2007	CA 2629234 A1	24-05-2007
			EP 1946009 A1	23-07-2008
			FR 2893123 A1	11-05-2007
			US 2008230205 A1	25-09-2008
			WO 2007057594 A1	24-05-2007

US 4373573	A	15-02-1983	AUCUN	

US 4299277	A	10-11-1981	AUCUN	

CA 2638235	A1	13-02-2010	AUCUN	

JP 2008025984	A	07-02-2008	JP 4929028 B2	09-05-2012
			JP 2008025984 A	07-02-2008

DE 102005011239	A1	14-09-2006	AUCUN	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1302729 FA 800126**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-11-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4157730	A	12-06-1979	BE 848137 A1	01-03-1977
			DE 2651684 A1	26-05-1977
			FR 2360838 A2	03-03-1978
			GB 1564145 A	02-04-1980
			IT 1074083 B	17-04-1985
			US 4157730 A	12-06-1979
DE 2811439	A1	27-09-1979	AUCUN	
US 4234037	A	18-11-1980	AUCUN	
JP S58148350	A	03-09-1983	AUCUN	