

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

0 053 536
A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21)

Numéro de dépôt: 81401815.6

(51)

Int. Cl.³: F 25 B 25/02

(22)

Date de dépôt: 18.11.81

(30)

Priorité: 01.12.80 FR 8025514

(71)

Demander: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, 4,
Avenue de Bois-Préau, F-92502 Rueil-Malmaison (FR)**

(43)

Date de publication de la demande: 09.06.82
Bulletin 82/23

(72)

Inventeur: **Rojey, Alexandre, 29-33 rue Henri Regnault,
F-92380 Garches (FR)**
Inventeur: **Larue, Joseph, 6, résidence du Pré au Bois,
F-92420 Vaucresson (FR)**
Inventeur: **Barreau, Alain, 190 B rue des Landes,
F-78400 Chatou (FR)**

(84)

Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI NL
SE**

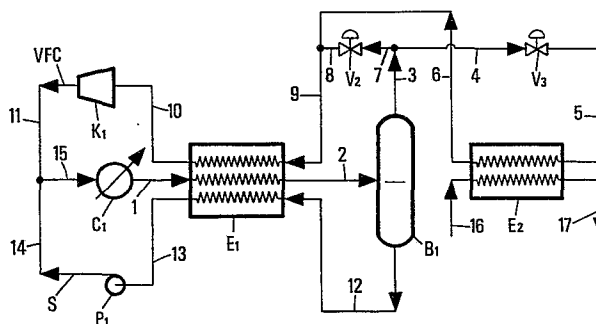
(54)

Perfectionnement au procédé de production de froid mettant en oeuvre un cycle à démixtion.

(57)

Procédé de production de froid selon un cycle comportant une étape de dissolution (C_1) d'un fluide de travail (VFC) dans un solvant (S) et une étape de démixtion (B_1).

La perfectionnement consiste à vaporiser une partie (7) de la phase liquide de fluide de travail (3), séparée du solvant (12), au contact (E_1) de la solution à refroidir (1) pour abaisser davantage sa température et en faciliter la démixtion (B_1).



EP 0 053 536 A2

- 1 -

PERFECTIONNEMENT AU PROCEDE DE PRODUCTION DE FROID METTANT EN OEUVRE
UN CYCLE A DEMIXTION.

L'invention a trait aux machines frigorifiques utilisant, pour produire du froid, la vaporisation d'un fluide frigorigène. Dans les installations conventionnelles à un étage, le fluide frigorigène en phase vapeur est comprimé, condensé en cédant de la chaleur à un fluide extérieur, le plus souvent eau ou air, puis détendu et envoyé à l'étape de vaporisation.

Lorsque l'on cherche à obtenir par un tel procédé des températures de réfrigération relativement basses, par exemple inférieures à -40°C , on observe que le rendement de l'installation, qui peut être défini par le rapport de la puissance frigorifique réalisée à la puissance mécanique consommée, diminue rapidement lorsque la température de réfrigération requise baisse. Pour améliorer ce rendement, il est possible de réaliser une cascade de deux étages montés en série, ce qui permet de descendre jusqu'à une température d'environ -100°C .

Afin d'éviter de doubler les équipements, il est également possible de recourir à la solution qui a fait l'objet du brevet français N° 2 314 456. Cette solution est schématisée sur la Figure 1.

Le fluide frigorigène est vaporisé dans l'échangeur E2 en refroidissant un fluide extérieur. Il est recyclé au compresseur K1 soit directement, soit à travers l'échangeur E1 (cette dernière disposition est illustrée par la Figure 1). La phase vapeur comprimée VFC est mélangée avec une phase solvant S. Le mélange de phase vapeur VFC et de

phase solvant passe à travers l'échangeur C1 dans lequel la phase vapeur est condensée en présence du solvant. La phase liquide ainsi obtenue est refroidie dans l'échangeur E1. Avec des couples solvant-soluté correctement choisis, il se produit une démixtion qui conduit à la
5 formation de deux phases liquides, dont une phase riche en solvant et une phase riche en fluide frigorigène qui sont recueillies dans le bac B1 de décantation. La phase solvant est entraînée par la pompe P1 et recyclée à travers l'échangeur E1. La phase liquide riche en fluide frigorigène est détendue à travers la vanne de détente V1 et envoyée
10 à l'échangeur E2.

Si l'on analyse le fonctionnement de ce procédé, on constate que la température T_d du mélange de fluide frigorigène et de solvant sortant de l'échangeur E1 et recueilli dans le bac B1 est un paramètre essentiel. En particulier plus cette température T_d est basse, plus la concentration en fluide frigorigène de la phase solvant recyclée à partir
15 du bac B1 est faible. Il en résulte, lorsque cette température T_d est abaissée, la possibilité de réduire le taux de recirculation de solvant et également la pression de dissolution.

Dans le cas du fonctionnement schématisé sur la Figure 1, le refroidissement du mélange de solvant et de soluté sortant du condenseur
20 C1 est assuré par échange avec la phase solvant sortant du bac B1 et la phase vapeur sortant de l'échangeur E2. Dans ces conditions, il n'y a pas de possibilité de réglage de la température T_d et d'autre part la capacité calorifique du fluide frigorigène en phase vapeur étant nettement inférieure à la capacité calorifique du fluide frigorigène en
25 phase liquide, cette température T_d ne peut pas être abaissée jusqu'à une valeur proche de la température atteinte dans l'échangeur E2.

Le procédé perfectionné de l'invention comprend les étapes suivantes :

- 30 a) on comprime, dans une zone de compression, une phase gazeuse d'un fluide réfrigérant, de manière à obtenir une phase gazeuse comprimée, on dissout au moins partiellement la phase gazeuse comprimée dans une phase solvant liquide, pour obtenir une solution et on transfère au moins une partie de la chaleur de compression et de la
35 chaleur de dissolution à un fluide externe de refroidissement,
b) on refroidit la solution provenant de l'étape (a) comme indiqué

à l'étape (d), pour obtenir la séparation de la solution en deux phases liquides distinctes,

c) on sépare la phase liquide légère de la phase liquide lourde,

d) on met la phase liquide lourde de l'étape (c) en relation d'échange

5 de chaleur avec la solution à refroidir de l'étape (b) et on envoie ensuite ladite phase liquide lourde, comme phase solvant, à l'étape

(a) pour dissoudre une nouvelle quantité de phase gazeuse comprimée,

e) on détend la phase liquide légère de l'étape (c) et on la vaporise pour produire du froid,

10 f) on renvoie la phase légère vaporisée de l'étape (e) à la zone de compression comme phase gazeuse de fluide réfrigérant, ledit procédé étant caractérisé en ce que, à l'étape (e), on divise la phase liquide
légère en au moins deux parties (F_1 et F_2), on vaporise la première
partie (F_1) de la phase liquide légère en contact d'échange thermique
15 avec la solution provenant de l'étape (a), pour abaisser davantage la température de ladite solution et favoriser ainsi sa démixtion,
et une autre partie (F_2) de ladite phase liquide légère en contact
d'échange thermique avec un milieu externe à refroidir autre que la
solution provenant de l'étape (a).

20 Selon une première réalisation, ladite vaporisation de la partie (F_1) de la phase liquide légère est effectuée simultanément à l'échange de chaleur de l'étape (d).

Selon une autre réalisation, ladite vaporisation
de la partie (F_1) de la phase liquide légère est effectuée au contact
25 de la solution provenant de l'étape (a) après que celle-ci ait subi le refroidissement de l'étape (b).

Le procédé perfectionné selon l'invention, tel qu'il est schématisé sur la Figure 2, consiste à séparer le fluide frigorigène sortant du
bac B1 en deux fractions. Une première fraction F_1 passe à travers la
30 vanne de détente V2 puis est mise en contact d'échange thermique avec le mélange de solvant et de fluide frigorigène, pour en abaisser la température jusqu'au niveau requis. En particulier, pour abaisser cette
température T_d , on est amené à augmenter la fraction F_1 de fluide frigorigène passant par la vanne de détente. La fraction restante F_2 est
35 détendue à travers la vanne de détente V3 et vaporisée à travers l'échangeur E2 pour refroidir le fluide extérieur qui arrive dans l'échangeur E2.

Une telle disposition est particulièrement avantageuse lorsque la température T_d est proche de la température moyenne T_f à laquelle on vaporise le fluide frigorigène dans l'échangeur E2. Par contre, si cette température est intermédiaire entre la température T_c du mélange sortant du condenseur et la température T_f , la disposition schématisée sur la Figure 2 conduit à détendre la fraction F_1 jusqu'à une pression inutilement basse. Il est alors possible d'opérer selon le schéma représenté sur la Figure 3.

Dans ce schéma, la fraction F_1 est détendue à une pression intermédiaire entre la pression basse et la pression haute du cycle. Dans ce cas, pour réduire la consommation d'énergie de compression, il est avantageux, si la compression du fluide frigorigène est effectuée en plusieurs étages, d'introduire la phase vapeur obtenue par vaporisation de la fraction F_1 en un point intermédiaire de l'étape de compression.

Différentes dispositions sont possibles pour fournir le refroidissement complémentaire du mélange de solvant et de fluide frigorigène qu'apporte la vaporisation de la fraction F_1 . Ce refroidissement peut être assuré dans le même échangeur que celui qui assure l'échange avec la phase solvant recyclée (Figures 2 et 3). Ceci nécessite un échangeur à plusieurs passes. De tels échangeurs sont disponibles dans l'industrie du froid. Il peut s'agir par exemple d'échangeurs à plaques tels que les échangeurs à plaques d'aluminium brasées ou d'échangeurs bobinés.

Il est également possible d'assurer le refroidissement du mélange de solvant et de fluide frigorigène sortant de l'échangeur C1 en deux étapes successives comme indiqué par exemple sur le schéma de la Figure 4.

Sur ce schéma le mélange de solvant et de fluide frigorigène sortant de l'échangeur C1 est refroidi successivement dans l'échangeur E4 par échange de chaleur avec la phase solvant recyclée puis dans l'échangeur E5 par échange de chaleur avec la fraction F_1 qui est vaporisée. Sur ce schéma, la phase vapeur obtenue en mélangeant les fractions vapeur provenant de la vaporisation des fractions liquides F_1 et F_2 est renvoyée directement au compresseur K1. De cette manière, il est possible d'utiliser pour les échangeurs E4 et E5 des échangeurs à tubes et calandre conventionnels.

Une variante consiste à échanger de la chaleur entre la fraction F_2 sortant de l'échangeur E2 et la solution sortant du condenseur C1. Ceci peut être réalisé, par exemple, dans l'échangeur E4 qui est alors un échangeur triple.

5 L'invention s'applique à tous les mélanges de fluide réfrigérant et de solvant qui permettent de réaliser l'étape de dissolution avec transmission de la chaleur de dissolution à un fluide extérieur et l'étape de démixtion liquide-liquide par abaissement de la température.

10 L'étape de dissolution peut avantageusement être réalisée à une température voisine de la température ambiante, cette température étant obtenue par échange de chaleur avec de l'eau ou de l'air. Cette température peut être comprise, par exemple, entre 20 et 50 °C. Toutefois en vue de réaliser des températures de réfrigération très basses en utilisant un fluide frigorigène à très bas point d'ébullition, il est possible de réaliser cette dissolution à une température plus basse en
15 utilisant une installation de réfrigération auxiliaire.

Le fluide frigorigène peut être choisi parmi les fluides suivants, sans que cette liste constitue une limitation du domaine de l'invention :

- 20 1. - Hydrocarbures ayant de préférence 1 à 3 atomes de carbone par molécule, par exemple :
- . méthane, éthane et propane
2. - Hydrocarbures halogénés ou fluides "fluorocarbonés" du type "Fréons" ayant de préférence 1 ou 2 atomes de carbone par molécule. On utilisera par exemple les fluides suivants :
- 25
- . R-22 chlorodifluorométhane
 - . R-23 trifluorométhane
 - . R-13 chlorotrifluorométhane
 - . R-115 chloropentafluoroéthane

30

 - . R-13B1 trifluorobromométhane
 - . R-14 tétrafluorométhane
3. - Autres gaz utilisés communément dans les procédés de réfrigération
- . dioxyde de carbone
 - . ammoniac

Aux niveaux de température les plus bas, d'autres fluides tels que azote, hélium, hydrogène qui sont utilisés pour atteindre de telles températures peuvent être également envisagés.

5 Le solvant est un solvant de préférence polaire, qui peut être, par exemple, un alcool, une cétone, un aldéhyde, un éther, un dérivé nitré, un nitrile, un amide ou une amine. Les formules chimiques d'un tel solvant seront par exemple de la forme R-OH, R-CO-R', R-CHO, R-O-R', R-NO₂, R-CN, R-CONH₂, R-NH₂, R-NH-R' ou NRR'R'', R, R' et R'' désignant des radicaux alkyles renfermant de 1 à 3 atomes de carbone.

10 Ainsi le solvant peut être, par exemple le méthanol, l'éthanol, le propanol, le butanol, l'acétone, l'acétaldéhyde, le propionitrile, le nitropropane, l'éther éthylique, le tétrahydrofurane, la diméthylformamide, l'ammoniac, la méthylamine ou la triméthylamine. Le solvant peut être également un produit perfluoré tel que le FC75 de formule chimique C₈ F₁₆ O et le FC77 de formule chimique C₈ F₁₈.

15 Les couples fluide frigorigène-solvant peuvent être par exemple (le premier terme désigne le fluide frigorigène) :

Ethane + acétone

Ethane + propionitrile

20 Propane + propionitrile

Ethylène + FC75

Ethylène + FC77

R-13 + propanol

R-23 + propanol

25 R-115 + propanol

R-115 + éthanol

D'autres types de solvants peuvent convenir dans certains cas. Par exemple un hydrocarbure ou un hydrocarbure halogéné peut être utilisé comme solvant.

30 Ainsi, par exemple, on peut utiliser le couple :

. R-13 + toluène

Pour obtenir des températures très basses, on peut utiliser par exemple le couple :

. Azote + éthane

35 Les solvants peuvent être utilisés purs ou en mélange. En particulier en utilisant en mélange deux solvants dont les pouvoirs solvants

sont différents, il est possible, en modifiant les proportions relatives de ces solvants, d'ajuster la concentration en fluide frigorigène.

Par exemple, avec l'éthane comme fluide frigorigène, il est possible d'utiliser un mélange d'acétone et de méthanol. En augmentant la
5 proportion de méthanol, on diminue la concentration en éthane à la température T_d .

Le solvant peut être également un lubrifiant et notamment le lubrifiant utilisé dans le compresseur, si le compresseur utilisé est un compresseur lubrifié. Ce lubrifiant peut être constitué par une base
10 hydrocarbure. Dans ce cas, le fluide frigorigène sera constitué de préférence par un hydrocarbure halogéné ou un fluide "fluorocarboné" du type "Fréon" tels que le R-22, le R-23, le R-13, le R-115, le R-13B1 ou le R-14. Cette base hydrocarbure peut être du type naphénique ou du type paraffinique. On a observé que par abaissement de la température,
15 les phénomènes de démixtion liquide-liquide sont plus marqués et la séparation des deux phases liquides plus poussée dans le cas d'une base paraffinique que dans le cas d'une base naphénique. On conçoit que par mélange des deux types de lubrifiants, on puisse ajuster la solubilité mutuelle de manière à obtenir une dissolution suffisante du
20 fluide frigorigène à la température du condenseur C1 et une séparation par démixtion suffisamment poussée à la température T_d . Il est également possible d'utiliser comme solvant un lubrifiant de synthèse. Différents types de polymères peuvent être utilisés. Le lubrifiant peut être par exemple du type polyoléfine ou du type alkylphényle.

25 La pression basse du cycle est généralement comprise entre 1 et 10 atm.

La pression haute du cycle est généralement comprise entre 10 et 70 atm.

Différents équipements peuvent être utilisés pour effectuer les
30 différentes étapes du procédé.

Le compresseur peut être par exemple un compresseur à pistons, un compresseur à vis, un compresseur centrifuge, un compresseur axial à un ou plusieurs étages, des refroidissements intermédiaires pouvant être opérés entre les étages.

Les échangeurs utilisés peuvent être, par exemple, des échangeurs à tubes et calandre, bobinés ou à plaques. Des revêtements de surface peuvent être utilisés pour faciliter la vaporisation ou la condensation des produits.

5 Lorsque la phase solvant et le fluide frigorigène sont mis en contact, la chaleur de dissolution étant évacuée par l'intermédiaire de l'échangeur C1, ce contact peut être favorisé par des dispositifs destinés à améliorer le mélange de la phase liquide et de la phase vapeur, tels que hélices, garnissages, etc...

10 Les organes de détente peuvent être régulés automatiquement. Ainsi la vanne de détente V3 peut être asservie de manière à réaliser une température de réfrigération imposée dans l'échangeur E2 et la vanne de détente V2 peut être asservie de manière à réaliser une température T_d imposée à la sortie de l'échangeur E1.

15 EXEMPLE 1

Dans cet exemple on procède selon le schéma représenté sur la Figure 2. Dans la conduite 1, à la sortie de l'échangeur C1, le mélange liquide est constitué d'éthane et d'acétone ; la composition en fraction molaire est : éthane : 0,6 - acétone : 0,4. La température est de 20 35 °C et la pression est de 4,25 MPa. Le débit est de 10750 Kg/h. Le mélange traverse l'échangeur E1 d'où il sort par la conduite 2 à une température de -70 °C. L'abaissement de température produit dans le mélange une démixtion en deux phases liquides qui sont séparées dans le ballon B1.

25 La phase légère est constituée de 96 % molaire d'éthane et de 4 % molaire d'acétone et sort du ballon B1 par le conduit 3 avec un débit de 3250 Kg/h. Une partie de cette phase légère (conduite 4), soit 2340 Kg/h, est détendue à travers la vanne V3 jusqu'à une pression de 0,2 MPa, ce qui abaisse sa température à -75 °C, et entre dans l'échangeur 30 E2 par le conduit 5. Dans l'échangeur E2, l'éthane est vaporisé à une température de -75 °C, en fournissant du froid à un fluide extérieur entrant dans l'échangeur E2 par le conduit 16 et en ressortant par le conduit 17. La quantité de froid produite est de 273,2 kW. L'autre partie de la phase légère, soit 910 Kg/h, est envoyée par le conduit 7 à

la vanne V2 où elle est détendue jusqu'à une pression de 0,2 MPa, ce qui abaisse sa température jusqu'à -75°C ; elle sort par le conduit 8 pour être mélangée à l'éthane gazeux qui provient de l'échangeur E2 par le conduit 6. Le mélange gaz-liquide ainsi formé entre par le conduit 9 dans l'échangeur E1, dans lequel l'éthane et l'acétone liquides se vaporisent. A la sortie de l'échangeur E1, dans le conduit 10, le mélange est entièrement gazeux et se trouve à une température de 30°C : il est aspiré par le compresseur K1, dans lequel il subit une compression en deux étages avec refroidissement intermédiaire, jusqu'à une pression de 4,3 MPa. Le gaz à haute pression est envoyé par le conduit 11 vers l'échangeur C1.

La fraction lourde du ballon B1 est constituée de 36 % molaire d'éthane et 64 % molaire d'acétone : elle est évacuée par le conduit 12 et passe dans l'échangeur E1 d'où elle sort par le conduit 13 à une température de 30°C ; elle est reprise par la pompe P1 et renvoyée par le conduit 14 pour être mélangée en ligne avec l'éthane haute pression issu du compresseur K1, dans le conduit 15. Dans l'échangeur C1, il se produit une dissolution de l'éthane gazeux dans l'acétone qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur qui est évacué par un fluide extérieur.

EXEMPLE 2

Dans cet exemple, on procède selon le schéma représenté sur la Figure 3. Dans le conduit 21, à la sortie de l'échangeur C1, le mélange liquide est constitué d'éthane et d'un mélange équimolaire d'acétone et de méthanol ; la composition en fraction molaire est : éthane = 0,5 - mélange équimolaire acétone-méthanol = 0,5. La température est de 30°C et la pression est de 4,15 MPa. Le débit est de 14630 Kg/h. Le mélange traverse l'échangeur E1 d'où il sort par le conduit 22 à une température de -40°C . L'abaissement de température produit dans le mélange une démixtion en deux phases liquides qui sont séparées dans le ballon B1.

La phase légère contient 90 % en poids d'éthane ; elle sort du ballon B1 par le conduit 23 avec un débit de 3350 Kg/h. Une partie de cette phase légère, soit 1976 Kg/h, pénètre par le conduit 24 dans l'échangeur de sous-refroidissement E3. Elle en ressort par le conduit 25 à une température de -62°C , est détendue à travers la vanne V3 jusqu'à une pression de 0,12 MPa et entre dans l'échangeur E2 par le conduit 26. Dans cet échangeur, l'éthane se vaporise à une température de -85°C , en fournissant du froid à un fluide extérieur qui entre dans l'échangeur E2 par le conduit 38 et en ressort par le conduit 39 : la

quantité de froid produite est de 207,2 kW. La phase légère sort de l'échangeur E2 par le conduit 27 à une température de -85°C et entre dans l'échangeur E3, dont elle ressort à une température de -45°C par le conduit 28 ; par ce même conduit, elle entre dans l'échangeur E1, elle en ressort à une température de 25°C , entièrement gazeuse. Ce gaz est aspiré par le premier étage du compresseur K1 par le conduit 31. A la sortie du premier étage de compression, le gaz se trouve à une pression de 0,707 MPa, il traverse un refroidisseur intermédiaire C2 qui ramène sa température à 30°C . La deuxième partie de la phase légère (conduit 29), soit 1374 Kg/h, provenant du conduit 23, est détendue à travers la vanne V2 jusqu'à une pression de 0,707 MPa, ce qui abaisse sa température jusqu'à -43°C : elle entre dans l'échangeur E1 par le conduit 30, elle en ressort entièrement vaporisée et à une température de 25°C par le conduit 32 ; elle est ensuite mélangée à la partie qui est issue du premier étage de compression. La totalité de la phase légère gazeuse est aspirée par le deuxième étage du compresseur, d'où elle ressort à une pression de 4,25 MPa. Le gaz haute pression est envoyé par le conduit 33 vers l'échangeur C1.

La fraction lourde du ballon B1 contient 25,3 % en poids d'éthane. Elle est évacuée par le conduit 34 et traverse l'échangeur E1 ; elle en ressort par le conduit 35 à une température de 25°C ; elle est reprise par la pompe P1 et renvoyée par le conduit 36 pour être mélangée en ligne avec l'éthane haute pression issu du compresseur, dans le conduit 37. Dans l'échangeur C1, il se produit une dissolution de l'éthane gazeux dans le solvant qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur, qui est évacué par un fluide extérieur.

EXEMPLE 3

On opère selon le schéma de la Figure 4, avec le même mélange liquide que dans l'exemple 1. Ce mélange gazeux (conduite 41), à la température de 32°C , pénètre dans l'échangeur E4 puis dans l'échangeur E5. Il passe à l'état liquide dans la conduite 42 et décante dans le ballon B1 à la température de -70°C . Une partie de la phase légère est

détendue dans la vanne V2 et est envoyée à la conduite 43, à la pression de 0,2 MPa ; une autre partie est détendue dans la vanne V3 et parvient à -75 °C à l'échangeur E2 à 0,2 MPa par le conduit 44. Elle fournit du froid au fluide circulant dans les conduites 46 et 47. Elle est évacuée
5 par le conduit 45 et parvient au compresseur K1 après mélange avec la phase légère de la conduite 43. Le mélange gazeux résultant est recomprimé à 4,2 MPa et est envoyé par le conduit 48 à l'échangeur C1. La phase liquide lourde du ballon B1 passe dans la conduite 49, l'échangeur E4 et la conduite 50 où sa pression est remontée par la pompe P1 jusqu'à
10 4,2 MPa. Elle est mélangée ensuite avec la phase légère de la conduite 48.

Bien que dans l'exemple 2, on ait utilisé un mélange équimolaire d'acétone et de méthanol, il a été constaté que l'on pouvait utiliser avec succès un mélange de 20 à 80 % en moles d'acétone et de 80 à 20 %
15 en moles de méthanol.

REVENDICATIONS

1. - Procédé perfectionné de production de froid dans un cycle à
démixtion, dans lequel :
- a) on comprime, dans une zone de compression, une phase gazeuse d'un
fluide réfrigérant, de manière à obtenir une phase gazeuse compri-
5 mée, on dissout au moins partiellement la phase gazeuse comprimée
dans une phase solvant liquide, pour obtenir une solution et on
transfère au moins une partie de la chaleur de compression et de la
chaleur de dissolution à un fluide externe de refroidissement,
b) on refroidit la solution provenant de l'étape (a) comme indiqué
10 à l'étape (d), pour obtenir la séparation de la solution en deux
phases liquides distinctes,
c) on sépare la phase liquide légère de la phase liquide lourde,
d) on met la phase liquide lourde de l'étape (c) en relation d'échange
de chaleur avec la solution à refroidir de l'étape (b) et on envoie
15 ensuite ladite phase liquide lourde, comme phase solvant, à l'étape
(a) pour dissoudre une nouvelle quantité de phase gazeuse comprimée,
e) on détend la phase liquide légère de l'étape (c) et on la vaporise
pour produire du froid,
f) on renvoie la phase légère vaporisée de l'étape (e) à la zone de
20 compression comme phase gazeuse de fluide réfrigérant, ledit procédé
étant caractérisé en ce que, à l'étape (e), on divise la phase liquide
légère en au moins deux parties (F_1 et F_2), on vaporise la première
partie (F_1) de la phase liquide légère en contact d'échange thermique
avec la solution provenant de l'étape (a), pour abaisser davantage
25 la température de ladite solution et favoriser ainsi sa démixtion,
et une autre partie (F_2) de ladite phase liquide légère en contact
d'échange thermique avec un milieu externe à refroidir autre que la
solution provenant de l'étape (a).
2. - Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite vaporisation
30 de la partie (F_1) de la phase liquide légère est effectuée simultanément
à l'échange de chaleur de l'étape (d).
3. - Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite vaporisation
de la partie (F_1) de la phase liquide légère est effectuée au contact
de la solution provenant de l'étape (a) après que celle-ci ait subi
35 le refroidissement de l'étape (b).

4. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, à l'étape (e), la partie (F_1) de la phase liquide légère qui doit être vaporisée au contact de la solution provenant de l'étape (a) est soumise à une plus faible détente que la partie (F_2) de la phase liquide légère qui doit être vaporisée au contact du milieu externe à refroidir, et dans lequel la partie (F_2), après vaporisation, est envoyée à l'entrée de la zone de compression et la partie (F_1) en un point intermédiaire de ladite zone de compression.
5. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la partie (F_2) de la phase liquide légère, après détente et vaporisation au contact du milieu externe à refroidir, est mise en contact d'échange thermique avec une nouvelle quantité de la même partie (F_2) avant détente de cette dernière.
6. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la partie (F_2) de la phase liquide légère, après détente et vaporisation au contact du milieu externe à refroidir est mise en contact d'échange thermique avec la solution à refroidir provenant de l'étape (a) avant son fractionnement de l'étape (c).
7. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le fluide réfrigérant est un ou plusieurs hydrocarbures, un ou plusieurs hydrocarbures halogénés, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, l'ammoniac, l'azote, l'hélium, l'hydrogène ou un mélange de certains de ces fluides, et le solvant est un composé appartenant à la classe des alcools, cétones, aldéhydes, éthers, esters, dérivés nitrés, nitriles, amides, amines, hydrocarbures, hydrocarbures fluorés et/ou chlorés, ou un mélange de certains de ces composés.
8. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le fluide réfrigérant est un ou plusieurs hydrocarbures halogénés, et le solvant est un propanol.
9. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le fluide réfrigérant est l'éthane et le solvant est un mélange de 20 à 80 % en moles d'acétone et de 80 à 20 % en moles de méthanol.
10. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le fluide réfrigérant est l'éthane et le solvant est l'acétone.

11. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel l'échange thermique entre la partie (F_1) de phase liquide légère vaporisée et la solution provenant de l'étape (a) est réalisé à contre-courant.
- 5 12. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, mis en oeuvre dans une machine frigorifique comportant un compresseur lubrifié, et dans lequel le fluide frigorigène est choisi parmi les hydrocarbures halogénés et le solvant est constitué par le même liquide que celui utilisé pour lubrifier le compresseur.

FIG.1

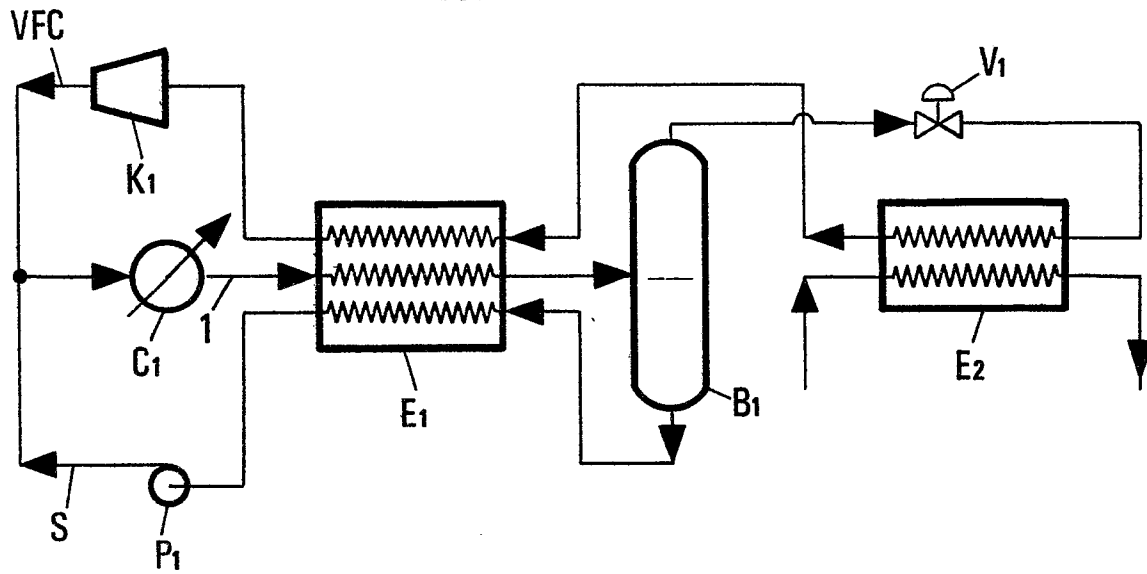
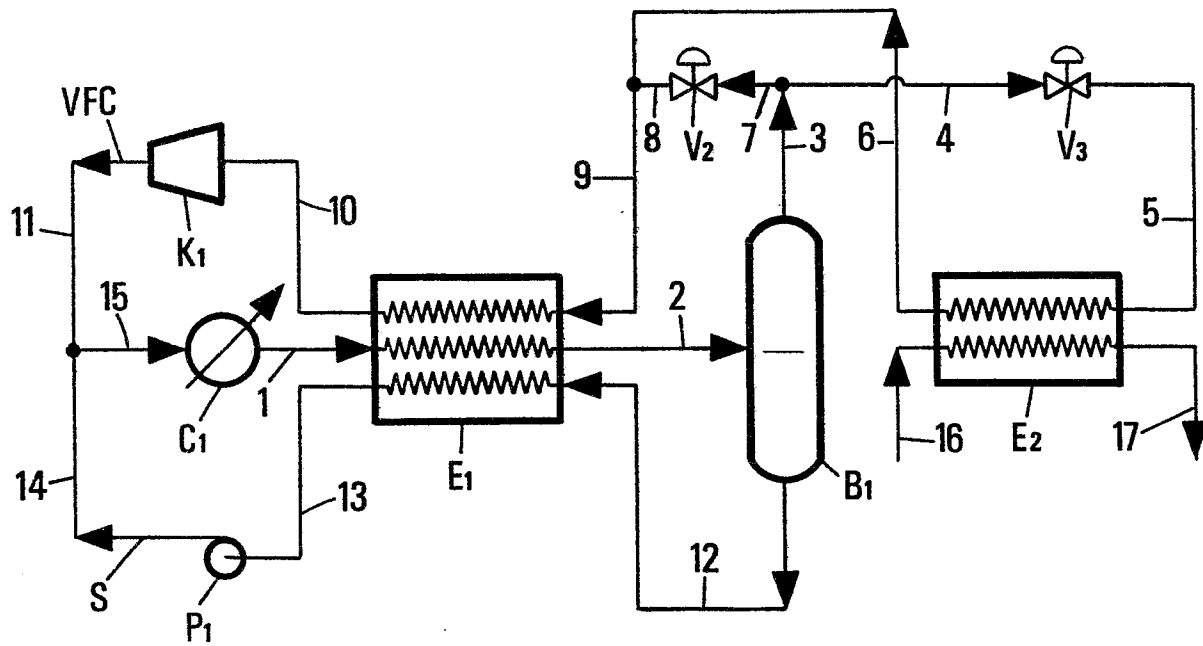


FIG. 2



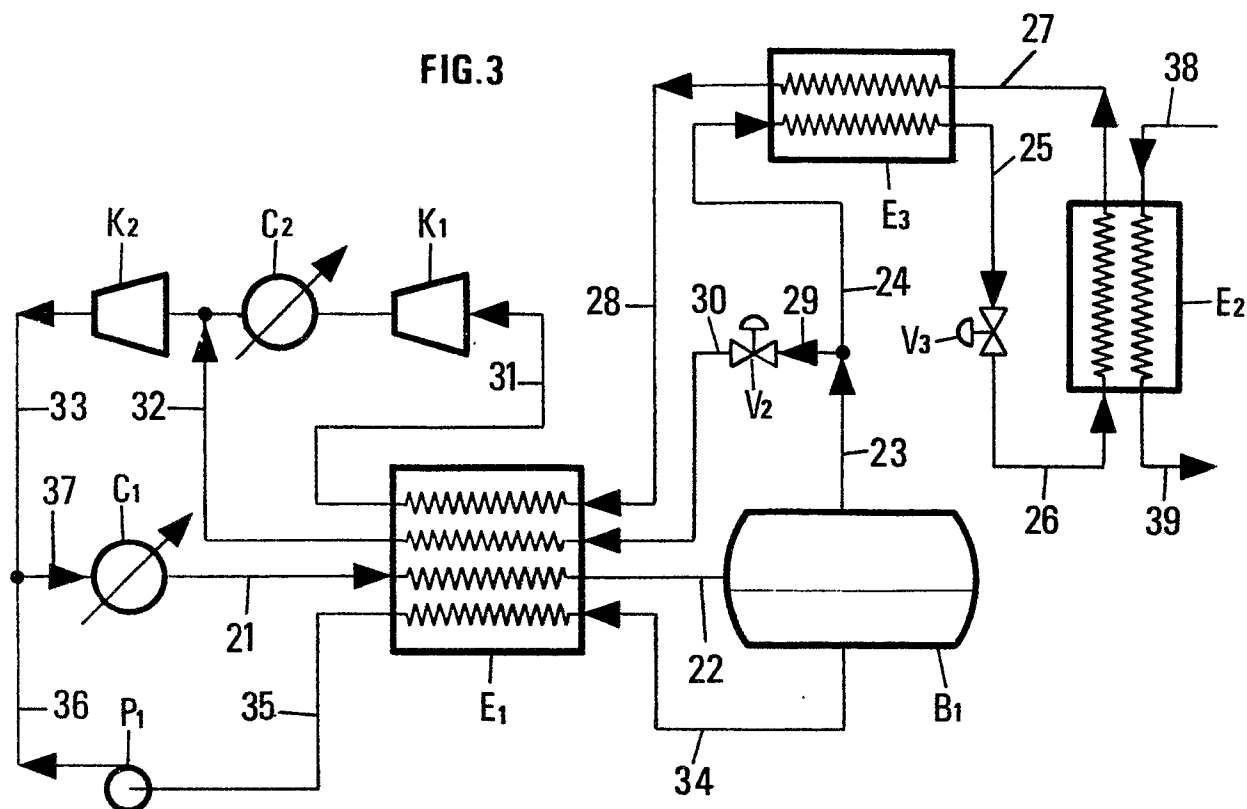
$\frac{2}{2}$ 

FIG.4

