

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 100 538**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **20 09174**

⑤1 Int Cl⁸ : **C 07 C 21/18 (2020.12), C 09 K 5/04, F 25 B 9/00, 45/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 10.09.20.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.03.21 Bulletin 21/10.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés : Division demandée le 10/09/20 bénéficiant de la date de dépôt du 05/06/18 de la demande initiale n° 1854869.

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *ARKEMA FRANCE Société Anonyme*
— FR.

⑦② Inventeur(s) : RACHED Wissam.

⑦③ Titulaire(s) : ARKEMA FRANCE Société Anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : ARKEMA FRANCE.

⑤④ Compositions à base de 1,1,2-trifluoroéthylène et de dioxyde de carbone.

⑤⑦ L'invention concerne une composition comprenant du 1,1,2-trifluoroéthylène et du dioxyde de carbone, et éventuellement des composés additionnels, ainsi que son utilisation, en particulier en tant que réfrigérant de remplacement du fluide conventionnel R410A.
Pas de figure.

FR 3 100 538 - A1



Description

Titre de l'invention : COMPOSITIONS A BASE DE 1,1,2-trifluoroéthylène et de dioxyde de carbone

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne des compositions de 1,1,2-trifluoroéthylène (HFO-1123) et de dioxyde de carbone (CO₂), et leur utilisation en tant que fluides de transfert de chaleur, notamment pour le remplacement du R-410A.

ARRIERE-PLAN TECHNIQUE

[0002] Le R-410A est un fluide de transfert de chaleur constitué de 50 % en poids de difluorométhane (HFC-32) et de 50 % en poids de pentafluoroéthane (HFC-125). Il présente un bas point d'ébullition à -48,5°C, une efficacité énergétique élevée, il est non-inflammable et non toxique. Il est utilisé notamment pour la climatisation stationnaire. Toutefois, ce fluide de transfert de chaleur présente un potentiel de réchauffement climatique (GWP) élevé. Il est donc souhaitable de le remplacer.

[0003] Le document US 2014/0070132 décrit divers fluides de transfert de chaleur comprenant du 1,1,2-trifluoroéthylène (HFO-1123).

[0004] Les documents US 2016/0347981 et US 2016/0333243 décrivent divers fluides de transfert de chaleur comprenant du HFO-1123, notamment pour le remplacement du R-410A.

[0005] Il existe un besoin de concevoir de disposer de nouveaux fluides de transfert de chaleur, notamment pour remplacer les fluides de transfert de chaleur conventionnels tels que le R-410A.

[0006] Il existe en particulier un besoin de fluides de transfert de chaleur inoffensifs pour la couche d'ozone, à bas GWP, présentant de bonnes propriétés thermodynamiques pour le transfert de chaleur, et de préférence non inflammables et non toxiques.

Résumé de l'invention

[0007] L'invention concerne en premier lieu une composition comprenant du 1,1,2-trifluoroéthylène et du dioxyde de carbone.

[0008] Dans des modes de réalisation, la composition comprend un ou plusieurs composés additionnels choisis parmi l'ammoniac et les alcanes et alcènes éventuellement halogénés, et de préférence parmi les hydrofluorooléfines, les hydrochlorofluorooléfines et les hydrofluorocarbures saturés.

[0009] Dans des modes de réalisation, la composition comprend un ou plusieurs composés additionnels choisis parmi le 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, le pentafluoroéthane, le difluorométhane, le 2,3,3,3-tétrafluoropropène, le 1,3,3,3-tétrafluoropropène, l'ammoniac, le 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane, le propane, le propylène, le 1,1,1-trifluoroéthane, le

1-chloro-3,3,3-trifluoropropène, le 1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-ène, le 1,1,1,3,3-pentafluoropropane, le 1,1,2,2-tétrafluoroéthane, le 1,1-difluoroéthane et les combinaisons de ceux-ci ; et de préférence parmi le 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, le pentafluoroéthane, le difluorométhane, le 2,3,3,3-tétrafluoropropène, le 1,3,3,3-tétrafluoropropène et les combinaisons de ceux-ci.

[0010] Dans des modes de réalisation, la composition consiste essentiellement en :

- [0011]
- du 1,1,2-trifluoroéthylène et du dioxyde de carbone ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du pentafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du difluorométhane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du pentafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du difluorométhane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du pentafluoroéthane et du difluorométhane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du pentafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du pentafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du difluorométhane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du difluorométhane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 2,3,3,3-tétrafluoropropène et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane et du pentafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du

- 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du pentafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du pentafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du 2,3,3,3-tétrafluoropropène et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane, du pentafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane, du pentafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane, du pentafluoroéthane, du 2,3,3,3-tétrafluoropropène et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène.

[0012] Dans des modes de réalisation, la proportion en 1,1,2-trifluoroéthylène vaut de 5 à 80 % en poids, de préférence de 10 à 70 % en poids, de préférence encore de 15 à 60 % en poids.

[0013] Dans des modes de réalisation, la proportion totale en dioxyde de carbone et le cas échéant en 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et/ou en pentafluoroéthane vaut au moins 15 % en poids, de préférence au moins 30 % en poids, et de préférence encore au moins 35 % en poids.

[0014] Dans des modes de réalisation, la composition est choisie parmi les mélanges consistant essentiellement en :

- [0015] • de 40 à 70 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 30 % de dioxyde de carbone et de 5 à 30 % de pentafluoroéthane (en poids) ;
- de 55 à 70 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 30 % de dioxyde de carbone et de 5 à 35 % de 1,1,1,2-tétrafluoroéthane (en poids) ;
- de 5 à 70 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 35 % de dioxyde de carbone et de 5 à 60 % de difluorométhane (en poids) ;

- de 5 à 55 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 35 % de dioxyde de carbone, de 5 à 25 % de pentafluoroéthane et de 5 à 60 % de difluorométhane (en poids) ;
- de 5 à 65 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 30 % de dioxyde de carbone, de 5 à 30 % de pentafluoroéthane , de 5 à 10 % de 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et de 5 à 60 % de difluorométhane (en poids).

[0016] Dans des modes de réalisation, la composition est non inflammable.

[0017] Dans des modes de réalisation, la composition présente un GWP inférieur ou égal à 1000, et de préférence inférieur ou égal à 150.

[0018] L'invention concerne également l'utilisation de la composition décrite ci-dessus, en tant que fluide de transfert de chaleur.

[0019] Dans des modes de réalisation, ladite utilisation est pour le remplacement du R-410A, de préférence dans la climatisation stationnaire.

[0020] L'invention concerne également une composition de transfert de chaleur, comprenant la composition décrite ci-dessus en tant que fluide de transfert de chaleur, et un ou plusieurs additifs.

[0021] Dans des modes de réalisation, les additifs sont choisis parmi les lubrifiants, les nanoparticules, les stabilisants, les tensioactifs, les agents traceurs, les agents fluorescents, les agents odorants, les agents de solubilisation et les combinaisons de ceux-ci.

[0022] L'invention concerne également une installation de transfert de chaleur comprenant un circuit de compression de vapeur contenant une composition telle que décrite ci-dessus en tant que fluide de transfert de chaleur ou contenant une composition de transfert de chaleur telle que décrite ci-dessus.

[0023] Dans des modes de réalisation, l'installation est choisie parmi les installations mobiles ou stationnaires de chauffage par pompe à chaleur, de climatisation, et notamment de climatisation automobile ou de climatisation stationnaire centralisée, de réfrigération, de congélation et les cycles de Rankine, et de préférence est une installation de climatisation.

[0024] L'invention concerne également un procédé de chauffage ou de refroidissement d'un fluide ou d'un corps au moyen d'un circuit de compression de vapeur contenant un fluide de transfert de chaleur, ledit procédé comprenant successivement l'évaporation du fluide de transfert de chaleur, la compression du fluide de transfert de chaleur, la condensation du fluide de chaleur et la détente du fluide de transfert de chaleur, dans lequel le fluide de transfert de chaleur est une composition telle que décrite ci-dessus.

[0025] L'invention concerne également un procédé de l'impact environnemental d'une installation de transfert de chaleur comprenant un circuit de compression de vapeur contenant un fluide de transfert de chaleur initial, ledit procédé comprenant une étape de remplacement du fluide de transfert de chaleur initial dans le circuit de compression

de vapeur par un fluide de transfert final, le fluide de transfert final présentant un GWP inférieur au fluide de transfert de chaleur initial, dans lequel le fluide de transfert de chaleur final est une composition telle que décrite ci-dessus.

[0026] Dans certains modes de réalisation, le fluide de transfert de chaleur initial est le R-410A.

[0027] La présente invention répond au besoin exprimé dans l'état de la technique. Elle fournit plus particulièrement de nouveaux fluides de transfert de chaleur qui sont bien adaptés pour remplacer les fluides de transfert de chaleur conventionnels et en premier lieu le R-410A.

[0028] L'invention fournit en particulier des fluides de transfert de chaleur inoffensifs pour la couche d'ozone (c'est-à-dire à potentiel de déplétion de la couche d'ozone ou ODP faible ou nul), à bas GWP, présentant de bonnes propriétés thermodynamiques pour le transfert de chaleur, et de préférence non inflammables et non toxiques.

[0029] Cela est accompli en associant le HFO-1123 avec du CO₂ (ou R-744), et éventuellement avec un ou plusieurs autres composés de transfert de chaleur.

[0030] **DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION**

[0031] L'invention est maintenant décrite plus en détail et de façon non limitative dans la description qui suit.

[0032] Sauf mention contraire, dans l'ensemble de la demande les proportions de composés indiquées sont données en pourcentages massiques.

[0033] Selon la présente demande, le potentiel de réchauffement global (GWP) est défini par rapport au dioxyde de carbone et par rapport à une durée de 100 ans, selon la méthode indiquée dans « The scientific assessment of ozone depletion, 2002, a report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project ».

[0034] Par « *composé de transfert de chaleur* », respectivement « *fluide de transfert de chaleur* » (ou fluide frigorigène), on entend un composé, respectivement un fluide, susceptible d'absorber de la chaleur en s'évaporant à basse température et basse pression et de rejeter de la chaleur en se condensant à haute température et haute pression, dans un circuit de compression de vapeur. De manière générale, un fluide de transfert de chaleur peut comprendre un seul, deux, trois ou plus de trois composés de transfert de chaleur.

[0035] Par « *composition de transfert de chaleur* » on entend une composition comprenant un fluide de transfert de chaleur et éventuellement un ou plusieurs additifs qui ne sont pas des composés de transfert de chaleur pour l'application envisagée.

[0036] Présentation générale des formulations de compositions de transfert de chaleur

[0037] Dans la composition de transfert de chaleur de l'invention, la proportion massique de fluide de transfert de chaleur peut représenter notamment de 1 à 5 % de la composition ; ou de 5 à 10 % de la composition ; ou de 10 à 15 % de la composition ; ou de 15 à 20

% de la composition ; ou de 20 à 25 % de la composition ; ou de 25 à 30 % de la composition ; ou de 30 à 35 % de la composition ; ou de 35 à 40 % de la composition ; ou de 40 à 45 % de la composition ; ou de 45 à 50 % de la composition ; ou de 50 à 55 % de la composition ; ou de 55 à 60 % de la composition ; ou de 60 à 65 % de la composition ; ou de 65 à 70 % de la composition ; ou de 70 à 75 % de la composition ; ou de 75 à 80 % de la composition ; ou de 80 à 85 % de la composition ; ou de 85 à 90 % de la composition ; ou de 90 à 95 % de la composition ; ou de 95 à 99 % de la composition.

[0038] Dans la présente description, lorsque plusieurs gammes possibles sont envisagées, les gammes résultant de la combinaison de celles-ci sont aussi couvertes : par exemple, la proportion massique de fluide de transfert de chaleur dans la composition de transfert de chaleur peut valoir de 50 à 55 %, et de 55 à 60 %, c'est-à-dire de 50 à 60%, etc.

[0039] De préférence, la composition de transfert de chaleur de l'invention comprend au moins 50 % en masse de fluide de transfert de chaleur, et en particulier de 50 % à 95 % en masse.

[0040] Dans la composition de transfert de chaleur, la proportion massique de lubrifiant(s) peut représenter notamment de 1 à 5 % de la composition ; ou de 5 à 10 % de la composition ; ou de 10 à 15 % de la composition ; ou de 15 à 20 % de la composition ; ou de 20 à 25 % de la composition ; ou de 25 à 30 % de la composition ; ou de 30 à 35 % de la composition ; ou de 35 à 40 % de la composition ; ou de 40 à 45 % de la composition ; ou de 45 à 50 % de la composition ; ou de 50 à 55 % de la composition ; ou de 55 à 60 % de la composition ; ou de 60 à 65 % de la composition ; ou de 65 à 70 % de la composition ; ou de 70 à 75 % de la composition ; ou de 75 à 80 % de la composition ; ou de 80 à 85 % de la composition ; ou de 85 à 90 % de la composition ; ou de 90 à 95 % de la composition ; ou de 95 à 99 % de la composition.

[0041] Les additifs autres que le(s) lubrifiant(s) représentent de préférence de 0 à 30 %, de préférence encore de 0 à 20 %, de préférence encore de 0 à 10 %, de préférence encore de 0 à 5 %, et de préférence encore de 0 à 2 % de chaque composition de transfert de chaleur, en proportions massiques.

[0042] Présentation générale des additifs

[0043] Les additifs qui peuvent être présents dans la composition de transfert de chaleur de l'invention peuvent notamment être choisis parmi les lubrifiants, les nanoparticules, les stabilisants, les tensioactifs, les agents traceurs, les agents fluorescents, les agents odorants et les agents de solubilisation.

[0044] A titre de lubrifiants on peut notamment utiliser des huiles d'origine minérale, des huiles de silicone, des paraffines d'origine naturelle, des naphènes, des paraffines synthétiques, des alkylbenzènes, des poly-alpha oléfines, des polyalkène glycols, des polyol esters et / ou des polyvinyléthers. Les polyalkène glycols et les polyol esters

sont préférés.

- [0045] Le ou les stabilisants, lorsqu'ils sont présents, représentent de préférence au plus 5 % en masse dans la composition de transfert de chaleur. Parmi les stabilisants, on peut citer notamment le nitrométhane, l'acide ascorbique, l'acide téréphtalique, les azoles tels que le tolutriazole ou le benzotriazole, les composés phénoliques tels que le tocophérol, l'hydroquinone, le t-butyl hydroquinone, le 2,6-di-ter-butyl-4-méthylphénol, les époxydes (alkyl éventuellement fluoré ou perfluoré ou alkényl ou aromatique) tels que les n-butyl glycidyl éther, hexanediol diglycidyl éther, allyl glycidyl éther, butyl-phénylglycidyl éther, les phosphites, les phosphonates, les thiols et les lactones.
- [0046] On peut également utiliser en tant que stabilisants le propène, les butènes, les pentènes et les hexènes. Les butènes et les pentènes sont préférés. Les pentènes sont encore plus particulièrement préférés. Ces stabilisants peuvent être à chaîne linéaire ou ramifiée et de préférence ramifiée. De préférence, ils présentent une température d'ébullition inférieure ou égale à 100°C, de préférence encore inférieure ou égale à 75°C, et de manière plus particulièrement préférée inférieure ou égale à 50°C. Par « *température d'ébullition* », on entend la température d'ébullition à une pression de 101,325 kPa, telle que déterminée selon la norme NF EN 378-1 d'avril 2008. De préférence également, ils présentent une température de solidification inférieure ou égale à 0°C, de préférence inférieure ou égale à -25°C, et de manière plus particulièrement préférée inférieure ou égale à -50°C.
- [0047] La température de solidification est déterminée selon l'Essai n° 102: Point de fusion/ Intervalle de fusion (Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques, Section 1, Éditions OCDE, Paris, 1995, 20 disponible à l'adresse <http://dx.doi.org/10.1787/9789264069534-fr>).
- [0048] Des composés stabilisants particuliers sont notamment le but-1-ène, le cis-but-2-ène ; le trans-but-2-ène ; le 2-méthylprop-1-ène ; le pent-1-ène ; le cis-pent-2-ène ; le trans-pent-2-ène ; le 2-méthylbut-1-ène ; le 2-méthylbut-2-ène ; et le 3-méthylbut-1-ène. Parmi les composés préférés, on compte notamment le 2-méthyl-but-2-ène, de formule (température d'ébullition de 39°C environ) et le 3-méthyl-but-1-ène (température d'ébullition de 25°C environ).
- [0049] A titre de nanoparticules on peut notamment utiliser les nanoparticules de carbone, les oxydes métalliques (cuivre, aluminium), TiO₂, Al₂O₃, MoS₂...
- [0050] A titre d'agents traceurs (susceptibles d'être détectés), on peut citer les hydrofluorocarbures deutérés ou non, les hydrocarbures deutérés, les perfluorocarbures, les fluoroéthers, les composés bromés, les composés iodés, les alcools, les aldéhydes, les cétones, le protoxyde d'azote et les combinaisons de ceux-ci. L'agent traceur est différent des composés constituant le fluide de transfert de chaleur.
- [0051] A titre d'agents de solubilisation, on peut citer les hydrocarbures, le diméthyléther,

les polyoxyalkylène éthers, les amides, les cétones, les nitriles, les chlorocarbures, les esters, les lactones, les aryl éthers, les fluoroéthers et les 1,1,1-trifluoroalcanes. L'agent de solubilisation est différent du ou des composés de transfert de chaleur composant le fluide de transfert de chaleur.

[0052] A titre d'agents fluorescents, on peut citer les naphthalimides, les perylènes, les coumarines, les anthracènes, les phénanthracènes, les xanthènes, les thioxanthènes, les naphthoxanthènes, les fluorescéines et les dérivés et combinaisons de ceux-ci.

[0053] A titre d'agents odorants, on peut citer les alkylacrylates, les allylacrylates, les acides acryliques, les acrylesters, les alkyléthers, les alkylesters, les alcynes, les aldéhydes, les thiols, les thioéthers, les disulfures, les allylisothiocyanates, les acides alcanoniques, les amines, les norbornènes, les dérivés de norbornènes, le cyclohexène, les composés aromatiques hétérocycliques, l'ascaridole, l'o-méthoxy(méthyl)-phénol et les combinaisons de ceux-ci.

[0054] Présentation générale du procédé de transfert de chaleur

[0055] Le procédé de transfert de chaleur de l'invention est mis en œuvre dans une installation de transfert de chaleur. L'installation de transfert de chaleur comporte de préférence un système de compression de vapeur. Le système contient la composition de transfert de chaleur (dont le fluide de transfert de chaleur), qui assure le transfert de chaleur.

[0056] Le procédé de transfert de chaleur peut être un procédé de chauffage ou de refroidissement d'un fluide ou d'un corps.

[0057] Dans certains modes de réalisation, le système de compression de vapeur est :

- [0058]
- un système de climatisation ; ou
 - un système de réfrigération ; ou
 - un système de congélation ; ou
 - un système de pompe à chaleur.

[0059] L'installation peut être mobile ou stationnaire.

[0060] Ainsi, le procédé de transfert de chaleur peut être un procédé de climatisation stationnaire (dans des locaux d'habitation ou dans des locaux industriels ou commerciaux), ou de climatisation mobile, notamment automobile, un procédé de réfrigération stationnaire, ou de réfrigération mobile (par exemple de transport frigorifique), ou un procédé de congélation ou surgélation stationnaire, ou de congélation ou surgélation mobile (par exemple de transport frigorifique), ou un procédé de chauffage stationnaire, ou de chauffage mobile (par exemple automobile).

[0061] Le procédé de transfert de chaleur comprend avantageusement les étapes suivantes, mises en œuvre de manière cyclique :

- [0062]
- l'évaporation du fluide frigorigène dans un évaporateur ;
 - la compression du fluide frigorigène dans un compresseur ;

- la condensation du fluide frigorigène dans un condenseur ; et
 - la détente du fluide frigorigène dans un module d'expansion.
- [0063] L'évaporation du fluide frigorigène peut être effectuée à partir d'une phase liquide ou d'une phase diphasique liquide / vapeur.
- [0064] Le compresseur peut être hermétique, semi-hermétique ou ouvert. Les compresseurs hermétiques comprennent une partie moteur et une partie compression qui sont confinées dans une enceinte hermétique non démontable. Les compresseurs semi-hermétiques comprennent une partie moteur et une partie compression qui sont directement assemblées l'une contre l'autre. L'accouplement entre la partie moteur et la partie compression est accessible en dissociant les deux parties par démontage. Les compresseurs ouverts comprennent une partie moteur et une partie compression qui sont séparées. Ils peuvent fonctionner par entraînement par courroie ou par accouplement direct.
- [0065] A titre de compresseur, on peut utiliser notamment un compresseur dynamique, ou un compresseur à déplacement positif.
- [0066] Les compresseurs dynamiques comprennent les compresseurs axiaux et les compresseurs centrifuges, qui peuvent être à un ou plusieurs étages. Les mini-compresseurs centrifuges peuvent également être employés.
- [0067] Les compresseurs à déplacement positif comprennent les compresseurs rotatifs et les compresseurs alternatifs.
- [0068] Les compresseurs alternatifs comprennent les compresseurs à diaphragme et les compresseurs à piston.
- [0069] Les compresseurs rotatifs comprennent les compresseurs à vis, les compresseurs à lobes, les compresseurs scroll (ou à spirale), les compresseurs à anneau liquide, et les compresseurs à palette. Les compresseurs à vis peuvent être de préférence bi-vis ou mono-vis.
- [0070] Dans l'installation qui est utilisée, le compresseur peut être entraîné par un moteur électrique ou par une turbine à gaz (par exemple alimentée par les gaz d'échappement d'un véhicule, pour les applications mobiles) ou par engrenage.
- [0071] L'évaporateur et le condenseur sont des échangeurs de chaleur. Il est possible d'utiliser tout type d'échangeur de chaleur dans l'invention, et notamment des échangeurs de chaleur à co-courant ou, de préférence, des échangeurs de chaleur à contre-courant.
- [0072] Par « *échangeur de chaleur à contre-courant* », on entend un échangeur de chaleur dans lequel de la chaleur est échangée entre un premier fluide et un deuxième fluide, le premier fluide à l'entrée de l'échangeur échangeant de la chaleur avec le deuxième fluide à la sortie de l'échangeur, et le premier fluide à la sortie de l'échangeur échangeant de la chaleur avec le deuxième fluide à l'entrée de l'échangeur.

- [0073] Par exemple, les échangeurs de chaleur à contre-courant comprennent les dispositifs dans lesquels le flux du premier fluide et le flux du deuxième fluide sont dans des directions opposées, ou quasiment opposées. Les échangeurs fonctionnant en mode courant croisé à tendance contre-courant sont également compris parmi les échangeurs de chaleur à contre-courant.
- [0074] L'installation peut également éventuellement comprendre au moins un circuit de fluide caloporteur utilisé pour transporter la chaleur (avec ou sans changement d'état) entre le circuit de la composition de transfert de chaleur et le fluide ou corps à chauffer ou refroidir.
- [0075] L'installation peut également éventuellement comprendre deux circuits de compression de vapeur (ou plus), contenant des compositions de transfert de chaleur identiques ou distinctes. Par exemple, les circuits de compression de vapeur peuvent être couplés entre eux. Dans ce cas, l'un au moins de ces circuits contient le fluide de transfert de chaleur selon l'invention, l'autre pouvant le cas échéant contenir un autre fluide de transfert de chaleur.
- [0076] Dans certains modes de réalisation, le fluide frigorigène est surchauffé entre l'évaporation et la compression, c'est-à-dire qu'il est porté à une température supérieure à la température de fin d'évaporation, entre l'évaporation et la compression.
- [0077] Par « *température de début d'évaporation* », on entend la température du fluide frigorigène à l'entrée de l'évaporateur.
- [0078] Par « *température de fin d'évaporation* », on entend la température du fluide frigorigène lors de l'évaporation de la dernière goutte de fluide frigorigène sous forme liquide (température de vapeur saturante ou température de rosée).
- [0079] Lorsque le fluide frigorigène est un mélange azéotropique, la température de début d'évaporation est égale à la température de fin d'évaporation. Pour les mélanges zéotropiques, le glissement de température à l'évaporateur est défini comme étant la différence entre la température de fin d'évaporation et la température de début d'évaporation.
- [0080] Le procédé de transfert de chaleur selon l'invention est de préférence mis en œuvre avec un glissement de température inférieur ou égal à 10°C, ou à 8°C, ou à 6°C, ou à 5°C, ou à 4°C, ou à 3°C, ou à 2°C, ou à 1°C.
- [0081] Par « *température moyenne d'évaporation* », on entend la moyenne arithmétique entre la température de début d'évaporation et la température de fin d'évaporation.
- [0082] On désigne par « *surchauffe* » (équivalent ici à « *surchauffe à l'évaporateur* ») le différentiel de température entre la température maximale atteinte par le fluide frigorigène avant la compression (c'est-à-dire la température maximale atteinte par le fluide frigorigène à l'issue de l'étape de surchauffe) et la température de fin d'évaporation. Cette température maximale est en général la température du fluide frigorigène à

l'entrée du compresseur. Elle peut correspondre à la température du fluide frigorigène à la sortie de l'évaporateur. Alternativement, le fluide frigorigène peut être au moins en partie surchauffé entre l'évaporateur et le compresseur (par exemple au moyen d'un échangeur interne). La surchauffe peut être ajustée par un réglage adéquat des paramètres de l'installation, et notamment par un réglage du module d'expansion.

- [0083] Dans le procédé de l'invention, de préférence une surchauffe est appliquée. La surchauffe peut notamment valoir de 1 à 2°C ; ou de 2 à 3°C ; ou de 3 à 4°C ; ou de 4 à 5°C ; ou de 5 à 7°C ; ou de 7 à 10°C ; ou de 10 à 15°C ; ou de 15 à 20°C ; ou de 20 à 25°C ; ou de 25 à 30°C ; ou de 30 à 50°C.
- [0084] Le module d'expansion peut être une vanne thermostatique appelée détendeur thermostatique ou électronique à un ou plusieurs orifices, ou un détendeur pressostatique qui règle la pression. Il peut également s'agir d'un tube capillaire dans lequel la détente du fluide est obtenue par la perte de charge dans le tube. Le module d'expansion peut encore être une turbine pour produire du travail mécanique (qui peut être converti en électricité), ou une turbine couplée directement ou indirectement au compresseur.
- [0085] La température moyenne de condensation est définie comme étant la moyenne arithmétique entre la température de début de condensation (température du fluide frigorigène dans le condenseur lors de l'apparition de la première goutte liquide de fluide frigorigène, appelée température de saturation vapeur ou température de rosée) et la température de fin de condensation (température du fluide frigorigène lors de la condensation de la dernière bulle de fluide frigorigène sous forme gazeuse, appelée température de saturation liquide ou température de bulle).
- [0086] On désigne par « *sous-refroidissement* » l'éventuel différentiel de température (en valeur absolue) entre la température minimale atteinte par le fluide frigorigène avant la détente et la température de fin de condensation. Généralement cette température minimale correspond à la température du fluide frigorigène à l'entrée du module d'expansion. Elle peut correspondre à la température du fluide frigorigène à la sortie du condenseur. Alternativement, le fluide frigorigène peut être au moins en partie sous-refroidi entre le condenseur et le module d'expansion (par exemple au moyen d'un échangeur interne).
- [0087] De préférence, dans le procédé de l'invention, un sous-refroidissement (strictement supérieur à 0°C) est appliqué, de préférence un sous-refroidissement de 1 à 40°C, un sous-refroidissement de 1 à 30°C, un sous-refroidissement de 1 à 15°C, de préférence encore de 2 à 12°C et de préférence encore de 5 à 10°C.
- [0088] L'invention est particulièrement utile lorsque la température moyenne d'évaporation est inférieure ou égale à 10°C ; ou inférieure ou égale à 5°C ; ou inférieure ou égale à 0°C ; ou inférieure ou égale à -5°C ; ou inférieure ou égale à -10°C.
- [0089] Ainsi, l'invention est particulièrement utile pour la mise en œuvre d'un procédé de

réfrigération à basse température, ou de refroidissement à température modérée, ou de chauffage à température modérée.

- [0090] Dans des procédés de « *réfrigération à basse température* », la température moyenne d'évaporation est de préférence de -45°C à -15°C , notamment de -40°C à -20°C , de manière plus particulièrement préférée de -35°C à -25°C et par exemple d'environ -30°C ; et la température moyenne de condensation est de préférence de 25°C à 80°C , notamment de 30°C à 60°C , de manière plus particulièrement préférée de 35°C à 55°C et par exemple d'environ 40°C . Ces procédés comprennent notamment les procédés de congélation et de surgélation.
- [0091] Dans des procédés de « *refroidissement à température modérée* », la température moyenne d'évaporation est de préférence de -20°C à 10°C , notamment de -15°C à 5°C , de manière plus particulièrement préférée de -10°C à 0°C et par exemple d'environ -5°C ; et la température moyenne de condensation est de préférence de 25°C à 80°C , notamment de 30°C à 60°C , de manière plus particulièrement préférée de 35°C à 55°C et par exemple d'environ 50°C . Ces procédés peuvent être notamment des procédés de réfrigération ou de climatisation.
- [0092] Dans des procédés de « *chauffage à température modérée* », la température moyenne d'évaporation est de préférence de -20°C à 10°C , notamment de -15°C à 5°C , de manière plus particulièrement préférée de -10°C à 0°C et par exemple d'environ -5°C ; et la température moyenne de condensation est de préférence de 25°C à 80°C , notamment de 30°C à 60°C , de manière plus particulièrement préférée de 35°C à 55°C et par exemple d'environ 50°C .
- [0093] Dans certains modes de réalisation, l'installation de transfert de chaleur était à l'origine conçue pour fonctionner avec un autre fluide de transfert de chaleur, dit fluide de transfert de chaleur initial (qui peut notamment être le R-410A).
- [0094] Dans certains modes de réalisation, le fluide de transfert de chaleur de l'invention est un fluide de transfert de chaleur dit de remplacement, c'est-à-dire qu'il est utilisé dans une installation de transfert de chaleur qui était préalablement utilisée pour mettre en œuvre un procédé de transfert de chaleur avec un autre fluide de transfert de chaleur, dit fluide de transfert de chaleur initial (qui peut notamment être le R-410A).
- [0095] Les deux paragraphes précédents correspondent à l'hypothèse d'un remplacement.
- [0096] Dans certains modes de réalisation, le procédé de l'invention comprend successivement :
- [0097] • une mise en œuvre avec le fluide de transfert de chaleur initial ;
- le remplacement du fluide de transfert de chaleur initial par le fluide de transfert de chaleur de remplacement (selon l'invention) ; et
- une mise en œuvre avec le fluide de transfert de chaleur de remplacement.
- [0098] Dans d'autres modes de réalisation, l'installation est directement mise en œuvre avec

le fluide de transfert de chaleur de remplacement, sans être mise en œuvre avec le fluide de transfert de chaleur initial – et ce, bien qu'elle soit, de par sa conception originelle, adaptée pour fonctionner avec le fluide de transfert de chaleur initial.

[0099] Cette hypothèse est, par extension, aussi considérée comme un cas de « *remplacement* » au sens de l'invention.

[0100] Le remplacement est particulièrement intéressant lorsque le fluide de transfert de chaleur initial présente un GWP supérieur à celui du fluide de transfert de chaleur de remplacement.

[0101] Outre le R410A, l'invention s'applique également notamment au remplacement du R22.

[0102] Fluide de transfert de chaleur de l'invention

[0103] Le fluide de transfert de chaleur de l'invention comprend du HFO-1123 et du CO₂.

[0104] Ainsi, le fluide de transfert de chaleur peut comprendre, en poids : de 1 à 5 % de HFO-1123 ; ou de 5 à 10 % de HFO-1123 ; ou de 10 à 15 % de HFO-1123 ; ou de 15 à 20 % de HFO-1123 ; ou de 20 à 25 % de HFO-1123 ; ou de 25 à 30 % de HFO-1123 ; ou de 30 à 35 % de HFO-1123 ; ou de 35 à 40 % de HFO-1123 ; ou de 40 à 45 % de HFO-1123 ; ou de 45 à 50 % de HFO-1123 ; ou de 50 à 55 % de HFO-1123 ; ou de 55 à 60 % de HFO-1123 ; ou de 60 à 65 % de HFO-1123 ; ou de 65 à 70 % de HFO-1123 ; ou de 70 à 75 % de HFO-1123 ; ou de 75 à 80 % de HFO-1123 ; ou de 80 à 85 % de HFO-1123 ; ou de 85 à 90 % de HFO-1123 ; ou de 90 à 95 % de HFO-1123 ; ou de 95 à 99 % de HFO-1123. Dans certains modes de réalisation, il est préféré que la teneur en HFO-1123 ne soit pas trop élevée, compte tenu de la tendance de ce composé à présenter des propriétés explosives lorsqu'il n'est pas mélangé avec des teneurs suffisantes d'autres composés non explosifs.

[0105] Le fluide de transfert de chaleur peut comprendre, en poids : de 1 à 5 % de CO₂ ; ou de 5 à 10 % de CO₂ ; ou de 10 à 15 % de CO₂ ; ou de 15 à 20 % de CO₂ ; ou de 20 à 25 % de CO₂ ; ou de 25 à 30 % de CO₂ ; ou de 30 à 35 % de CO₂ ; ou de 35 à 40 % de CO₂ ; ou de 40 à 45 % de CO₂ ; ou de 45 à 50 % de CO₂ ; ou de 50 à 55 % de CO₂ ; ou de 55 à 60 % de CO₂ ; ou de 60 à 65 % de CO₂ ; ou de 65 à 70 % de CO₂ ; ou de 70 à 75 % de CO₂ ; ou de 75 à 80 % de CO₂ ; ou de 80 à 85 % de CO₂ ; ou de 85 à 90 % de CO₂ ; ou de 90 à 95 % de CO₂ ; ou de 95 à 99 % de CO₂.

[0106] Le fluide de transfert de chaleur peut éventuellement comprendre en outre un ou plusieurs autres composés de transfert de chaleur, en plus du HFO-1123 et du CO₂.

[0107] Le fluide de transfert de chaleur peut ainsi être :

- [0108] • une composition binaire (consistant, ou consistant essentiellement, aux impuretés près, en du HFO-1123 et du CO₂) ;
- une composition ternaire (consistant, ou consistant essentiellement, aux impuretés près, en trois composés de transfert de chaleur) ;

- une composition quaternaire (consistant, ou consistant essentiellement, aux impuretés près, en quatre composés de transfert de chaleur) ;
- une composition quinquénaire (consistant, ou consistant essentiellement, aux impuretés près, en cinq composés de transfert de chaleur) ;
- une composition sénaire (consistant, ou consistant essentiellement, aux impuretés près, en six composés de transfert de chaleur) ; ou
- une composition septénaire (consistant, ou consistant essentiellement, aux impuretés près, en sept composés de transfert de chaleur).

[0109] Lorsqu'un composé existe sous forme de stéréoisomères (notamment cis / trans ou Z / E), par convention les mélanges de deux stéréoisomères comptent comme un seul composé pour les besoins de la classification ci-dessus.

[0110] Les composés de transfert de chaleur pouvant être présents dans la composition, en plus du HFO-1123 et du CO₂, peuvent être notamment choisis parmi :

- [0111]
- l'ammoniac ;
 - les alcanes, et notamment le propane ;
 - les alcènes, et notamment le propylène ;
 - les hydrofluorooléfines, et notamment le 2,3,3,3-tétrafluoropropène (HFO-1234yf), le 1,3,3,3-tétrafluoropropène (HFO-1234ze) et le 1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-ène (HFO-1336mzz) ; étant entendu que le terme « *HFO-1234ze* » désigne soit la forme Z, soit la forme E, du composé, soit un mélange des deux formes, et désigne de préférence la forme E ou un mélange contenant au moins 90 % en poids de forme E, ou au moins 95 % en poids de forme E, ou au moins 99 % en poids de forme E) ; et étant entendu que le terme « *HFO-1336mzz* » désigne soit la forme Z, soit la forme E, du composé, soit un mélange des deux formes ;
 - les hydrochlorofluorooléfines, et notamment le 1-chloro-3,3,3-tétrafluoropropène (HCFO-1233zd) ; étant entendu que le terme « *HFO-1233zd* » désigne soit la forme Z, soit la forme E, du composé, soit un mélange des deux formes, et désigne de préférence la forme E ou un mélange contenant au moins 90 % en poids de forme E, ou au moins 95 % en poids de forme E, ou au moins 99 % en poids de forme E) ;
 - les hydrofluorocarbures saturés, et notamment :
 - le 1,1,1,2-tétrafluoroéthane (HFC-134a) ;
 - le pentafluoroéthane (HFC-125) ;
 - le difluorométhane (HFC-32) ;
 - le 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane (HFC-227ea) ;
 - le 1,1,1-trifluoroéthane (R-143a) ;
 - le 1,1,1,3,3-pentafluoropropane (HFC-245fa) ;

- le 1,1,2,2-tétrafluoroéthane (HFC-134) ;
- le 1,1-difluoroéthane (HFC-152a).

[0112] Le HFO-1234yf, le HFO-1234ze, le HFC-134a, le HFC-125 et le HFC-32 sont plus particulièrement préférés.

[0113] Le HFC-134a, le HFC-125 et le HFC-32 sont tout particulièrement préférés.

[0114] Dans certains modes de réalisation, le fluide de transfert de chaleur, outre le HFO-1123 et le CO₂, comprend :

- [0115]
- du HFC-134a, et optionnellement un ou plusieurs autres composés choisis parmi les composés ci-dessus et de préférence choisis parmi le HFO-1234yf, le HFO-1234ze, le HFC-125 et le HFC-32 ; ou
 - du HFC-32, et optionnellement un ou plusieurs autres composés choisis parmi les composés ci-dessus et de préférence choisis parmi le HFO-1234yf, le HFO-1234ze, le HFC-125 et le HFC-134a ; ou
 - du HFC-125, et optionnellement un ou plusieurs autres composés choisis parmi les composés ci-dessus et de préférence choisis parmi le HFO-1234yf, le HFO-1234ze, le HFC-32 et le HFC-134a ; ou
 - du HFO-1234yf, et optionnellement un ou plusieurs autres composés choisis parmi les composés ci-dessus et de préférence choisis parmi le HFO-1234ze, le HFC-32, le HFC-125 et le HFC-134a ; ou
 - du HFO-1234ze, et optionnellement un ou plusieurs autres composés choisis parmi les composés ci-dessus et de préférence choisis parmi le HFO-1234yf, le HFC-32, le HFC-125 et le HFC-134a.

[0116] Dans certains modes de réalisation, le fluide de transfert de chaleur est :

- [0117]
- une composition ternaire de HFO-1123, de CO₂ et de HFC-134a ; ou
 - une composition ternaire de HFO-1123, de CO₂ et de HFC-32 ; ou
 - une composition ternaire de HFO-1123, de CO₂ et de HFC-125 ; ou
 - une composition ternaire de HFO-1123, de CO₂ et de HFO-1234yf ; ou
 - une composition ternaire de HFO-1123, de CO₂ et de HFO-1234ze ; ou
 - une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a et de HFC-32 ; ou
 - une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a et de HFC-125 ; ou
 - une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a et de HFO-1234yf ; ou
 - une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a et de HFO-1234ze ; ou
 - une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-125 et de HFC-32 ; ou

- une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-125 et de HFO-1234yf ; ou
- une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-125 et de HFO-1234ze ; ou
- une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-32 et de HFO-1234yf ; ou
- une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-32 et de HFO-1234ze ; ou
- une composition quaternaire de HFO-1123, de CO₂, de HFO-1234yf et de HFO-1234ze ; ou
- une composition quinquénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-32 et de HFC-125 ; ou
- une composition quinquénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-32 et de HFO-1234yf ; ou
- une composition quinquénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-32 et de HFO-1234ze ; ou
- une composition quinquénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-125 et de HFO-1234yf ; ou
- une composition quinquénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-125 et de HFO-1234ze ; ou
- une composition quinquénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFO-1234yf et de HFO-1234ze ; ou
- une composition sénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-32, de HFC-125 et de HFO-1234yf ; ou
- une composition sénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-32, de HFC-125 et de HFO-1234ze ; ou
- une composition septénaire de HFO-1123, de CO₂, de HFC-134a, de HFC-32, de HFC-125, de HFO-1234yf et de HFO-1234ze.

[0118] Dans certains modes de réalisation, le fluide de transfert de chaleur consiste essentiellement (voir consiste) en les composés de transfert de chaleur présents dans les gammes pondérales qui sont indiquées dans les tableaux ci-dessous :

[0119]

[Tableaux1]

Composition n°	HFO-1123	CO₂
A1	1-10 %	90-99 %
A2	10-20 %	80-90 %
A3	20-30 %	70-80 %
A4	30-40 %	60-70 %
A5	40-50 %	50-60 %
A6	50-60 %	40-50 %
A7	60-70 %	30-40 %
A8	70-80 %	20-30 %
A9	80-90 %	10-20 %
A10	90-99 %	1-10 %

[0120] Tableau 1 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123 et du CO₂

[0121]

[Tableaux2]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-125
B1	1-10 %	1-10 %	80-90 %
B2	1-10 %	1-10 %	90-98 %
B3	1-10 %	10-20 %	70-80 %
B4	1-10 %	10-20 %	80-89 %
B5	1-10 %	20-30 %	60-70 %
B6	1-10 %	20-30 %	70-79 %
B7	1-10 %	30-40 %	50-60 %
B8	1-10 %	30-40 %	60-69 %
B9	1-10 %	40-50 %	40-50 %
B10	1-10 %	40-50 %	50-59 %
B11	1-10 %	50-60 %	30-40 %
B12	1-10 %	50-60 %	40-49 %
B13	1-10 %	60-70 %	20-30 %
B14	1-10 %	60-70 %	30-39 %
B15	1-10 %	70-80 %	10-20 %
B16	1-10 %	70-80 %	20-29 %
B17	1-10 %	80-90 %	1-10 %
B18	1-10 %	80-90 %	10-19 %
B19	1-9 %	90-98 %	1-9 %
B20	10-20 %	1-10 %	70-80 %
B21	10-20 %	1-10 %	80-89 %
B22	10-20 %	10-20 %	60-70 %
B23	10-20 %	10-20 %	70-80 %
B24	10-20 %	20-30 %	50-60 %
B25	10-20 %	20-30 %	60-70 %
B26	10-20 %	30-40 %	40-50 %
B27	10-20 %	30-40 %	50-60 %
B28	10-20 %	40-50 %	30-40 %
B29	10-20 %	40-50 %	40-50 %

B30	10-20 %	50-60 %	20-30 %
B31	10-20 %	50-60 %	30-40 %
B32	10-20 %	60-70 %	10-20 %
B33	10-20 %	60-70 %	20-30 %
B34	10-20 %	70-80 %	1-10 %
B35	10-20 %	70-80 %	10-20 %
B36	10-19 %	80-89 %	1-10 %
B37	20-30 %	1-10 %	60-70 %
B38	20-30 %	1-10 %	70-79 %
B39	20-30 %	10-20 %	50-60 %
B40	20-30 %	10-20 %	60-70 %
B41	20-30 %	20-30 %	40-50 %
B42	20-30 %	20-30 %	50-60 %
B43	20-30 %	30-40 %	30-40 %
B44	20-30 %	30-40 %	40-50 %
B45	20-30 %	40-50 %	20-30 %
B46	20-30 %	40-50 %	30-40 %
B47	20-30 %	50-60 %	10-20 %
B48	20-30 %	50-60 %	20-30 %
B49	20-30 %	60-70 %	1-10 %
B50	20-30 %	60-70 %	10-20 %
B51	20-29 %	70-79 %	1-10 %
B52	30-40 %	1-10 %	50-60 %
B53	30-40 %	1-10 %	60-69 %
B54	30-40 %	10-20 %	40-50 %
B55	30-40 %	10-20 %	50-60 %
B56	30-40 %	20-30 %	30-40 %
B57	30-40 %	20-30 %	40-50 %
B58	30-40 %	30-40 %	20-30 %
B59	30-40 %	30-40 %	30-40 %
B60	30-40 %	40-50 %	10-20 %

B61	30-40 %	40-50 %	20-30 %
B62	30-40 %	50-60 %	1-10 %
B63	30-40 %	50-60 %	10-20 %
B64	30-39 %	60-69 %	1-10 %
B65	40-50 %	1-10 %	40-50 %
B66	40-50 %	1-10 %	50-59 %
B67	40-50 %	10-20 %	30-40 %
B68	40-50 %	10-20 %	40-50 %
B69	40-50 %	20-30 %	20-30 %
B70	40-50 %	20-30 %	30-40 %
B71	40-50 %	30-40 %	10-20 %
B72	40-50 %	20-30 %	20-30 %
B73	40-50 %	40-50 %	1-10 %
B74	40-50 %	40-50 %	10-20 %
B75	40-49 %	50-59 %	1-10 %
B77	50-60 %	1-10 %	30-40 %
B77	50-60 %	1-10 %	40-49 %
B78	50-60 %	10-20 %	20-30 %
B79	50-60 %	10-20 %	30-40 %
B80	50-60 %	20-30 %	10-20 %
B81	50-60 %	20-30 %	20-30 %
B82	50-60 %	30-40 %	1-10 %
B83	50-60 %	30-40 %	10-20 %
B84	50-59 %	40-49 %	1-10 %
B85	60-70 %	1-10 %	20-30 %
B86	60-70 %	1-10 %	30-39 %
B87	60-70 %	10-20 %	10-20 %
B88	60-70 %	10-20 %	20-30 %
B89	60-70 %	20-30 %	1-10 %
B90	60-70 %	20-30 %	10-20 %
B91	60-69 %	30-39 %	1-10 %

B92	70-80 %	1-10 %	10-20 %
B93	70-80 %	1-10 %	20-29 %
B94	70-80 %	10-20 %	1-10 %
B95	70-80 %	10-20 %	10-20 %
B96	70-79 %	20-29 %	1-10 %
B97	80-90 %	1-10 %	1-10 %
B98	80-90 %	1-10 %	10-19 %
B99	80-89 %	10-19 %	1-10 %
B100	90-98 %	1-9 %	1-9 %

[0122] Tableau 2 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂ et du HFC-125

[0123]

[Tableaux3]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-134a
C1	1-10 %	1-10 %	80-90 %
C2	1-10 %	1-10 %	90-98 %
C3	1-10 %	10-20 %	70-80 %
C4	1-10 %	10-20 %	80-89 %
C5	1-10 %	20-30 %	60-70 %
C6	1-10 %	20-30 %	70-79 %
C7	1-10 %	30-40 %	50-60 %
C8	1-10 %	30-40 %	60-69 %
C9	1-10 %	40-50 %	40-50 %
C10	1-10 %	40-50 %	50-59 %
C11	1-10 %	50-60 %	30-40 %
C12	1-10 %	50-60 %	40-49 %
C13	1-10 %	60-70 %	20-30 %
C14	1-10 %	60-70 %	30-39 %
C15	1-10 %	70-80 %	10-20 %
C16	1-10 %	70-80 %	20-29 %
C17	1-10 %	80-90 %	1-10 %
C18	1-10 %	80-90 %	10-19 %
C19	1-9 %	90-98 %	1-9 %
C20	10-20 %	1-10 %	70-80 %
C21	10-20 %	1-10 %	80-89 %
C22	10-20 %	10-20 %	60-70 %
C23	10-20 %	10-20 %	70-80 %
C24	10-20 %	20-30 %	50-60 %
C25	10-20 %	20-30 %	60-70 %
C26	10-20 %	30-40 %	40-50 %
C27	10-20 %	30-40 %	50-60 %
C28	10-20 %	40-50 %	30-40 %
C29	10-20 %	40-50 %	40-50 %

C30	10-20 %	50-60 %	20-30 %
C31	10-20 %	50-60 %	30-40 %
C32	10-20 %	60-70 %	10-20 %
C33	10-20 %	60-70 %	20-30 %
C34	10-20 %	70-80 %	1-10 %
C35	10-20 %	70-80 %	10-20 %
C36	10-19 %	80-89 %	1-10 %
C37	20-30 %	1-10 %	60-70 %
C38	20-30 %	1-10 %	70-79 %
C39	20-30 %	10-20 %	50-60 %
C40	20-30 %	10-20 %	60-70 %
C41	20-30 %	20-30 %	40-50 %
C42	20-30 %	20-30 %	50-60 %
C43	20-30 %	30-40 %	30-40 %
C44	20-30 %	30-40 %	40-50 %
C45	20-30 %	40-50 %	20-30 %
C46	20-30 %	40-50 %	30-40 %
C47	20-30 %	50-60 %	10-20 %
C48	20-30 %	50-60 %	20-30 %
C49	20-30 %	60-70 %	1-10 %
C50	20-30 %	60-70 %	10-20 %
C51	20-29 %	70-79 %	1-10 %
C52	30-40 %	1-10 %	50-60 %
C53	30-40 %	1-10 %	60-69 %
C54	30-40 %	10-20 %	40-50 %
C55	30-40 %	10-20 %	50-60 %
C56	30-40 %	20-30 %	30-40 %
C57	30-40 %	20-30 %	40-50 %
C58	30-40 %	30-40 %	20-30 %
C59	30-40 %	30-40 %	30-40 %
C60	30-40 %	40-50 %	10-20 %

C61	30-40 %	40-50 %	20-30 %
C62	30-40 %	50-60 %	1-10 %
C63	30-40 %	50-60 %	10-20 %
C64	30-39 %	60-69 %	1-10 %
C65	40-50 %	1-10 %	40-50 %
C66	40-50 %	1-10 %	50-59 %
C67	40-50 %	10-20 %	30-40 %
C68	40-50 %	10-20 %	40-50 %
C69	40-50 %	20-30 %	20-30 %
C70	40-50 %	20-30 %	30-40 %
C71	40-50 %	30-40 %	10-20 %
C72	40-50 %	20-30 %	20-30 %
C73	40-50 %	40-50 %	1-10 %
C74	40-50 %	40-50 %	10-20 %
C75	40-49 %	50-59 %	1-10 %
C77	50-60 %	1-10 %	30-40 %
C77	50-60 %	1-10 %	40-49 %
C78	50-60 %	10-20 %	20-30 %
C79	50-60 %	10-20 %	30-40 %
C80	50-60 %	20-30 %	10-20 %
C81	50-60 %	20-30 %	20-30 %
C82	50-60 %	30-40 %	1-10 %
C83	50-60 %	30-40 %	10-20 %
C84	50-59 %	40-49 %	1-10 %
C85	60-70 %	1-10 %	20-30 %
C86	60-70 %	1-10 %	30-39 %
C87	60-70 %	10-20 %	10-20 %
C88	60-70 %	10-20 %	20-30 %
C89	60-70 %	20-30 %	1-10 %
C90	60-70 %	20-30 %	10-20 %
C91	60-69 %	30-39 %	1-10 %

C92	70-80 %	1-10 %	10-20 %
C93	70-80 %	1-10 %	20-29 %
C94	70-80 %	10-20 %	1-10 %
C95	70-80 %	10-20 %	10-20 %
C96	70-79 %	20-29 %	1-10 %
C97	80-90 %	1-10 %	1-10 %
C98	80-90 %	1-10 %	10-19 %
C99	80-89 %	10-19 %	1-10 %
C100	90-98 %	1-9 %	1-9 %

[0124] Tableau 3 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂ et du HFC-134a

[0125]

[Tableaux4]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-32
D1	1-10 %	1-10 %	80-90 %
D2	1-10 %	1-10 %	90-98 %
D3	1-10 %	10-20 %	70-80 %
D4	1-10 %	10-20 %	80-89 %
D5	1-10 %	20-30 %	60-70 %
D6	1-10 %	20-30 %	70-79 %
D7	1-10 %	30-40 %	50-60 %
D8	1-10 %	30-40 %	60-69 %
D9	1-10 %	40-50 %	40-50 %
D10	1-10 %	40-50 %	50-59 %
D11	1-10 %	50-60 %	30-40 %
D12	1-10 %	50-60 %	40-49 %
D13	1-10 %	60-70 %	20-30 %
D14	1-10 %	60-70 %	30-39 %
D15	1-10 %	70-80 %	10-20 %
D16	1-10 %	70-80 %	20-29 %
D17	1-10 %	80-90 %	1-10 %
D18	1-10 %	80-90 %	10-19 %
D19	1-9 %	90-98 %	1-9 %
D20	10-20 %	1-10 %	70-80 %
D21	10-20 %	1-10 %	80-89 %
D22	10-20 %	10-20 %	60-70 %
D23	10-20 %	10-20 %	70-80 %
D24	10-20 %	20-30 %	50-60 %
D25	10-20 %	20-30 %	60-70 %
D26	10-20 %	30-40 %	40-50 %
D27	10-20 %	30-40 %	50-60 %
D28	10-20 %	40-50 %	30-40 %
D29	10-20 %	40-50 %	40-50 %

D30	10-20 %	50-60 %	20-30 %
D31	10-20 %	50-60 %	30-40 %
D32	10-20 %	60-70 %	10-20 %
D33	10-20 %	60-70 %	20-30 %
D34	10-20 %	70-80 %	1-10 %
D35	10-20 %	70-80 %	10-20 %
D36	10-19 %	80-89 %	1-10 %
D37	20-30 %	1-10 %	60-70 %
D38	20-30 %	1-10 %	70-79 %
D39	20-30 %	10-20 %	50-60 %
D40	20-30 %	10-20 %	60-70 %
D41	20-30 %	20-30 %	40-50 %
D42	20-30 %	20-30 %	50-60 %
D43	20-30 %	30-40 %	30-40 %
D44	20-30 %	30-40 %	40-50 %
D45	20-30 %	40-50 %	20-30 %
D46	20-30 %	40-50 %	30-40 %
D47	20-30 %	50-60 %	10-20 %
D48	20-30 %	50-60 %	20-30 %
D49	20-30 %	60-70 %	1-10 %
D50	20-30 %	60-70 %	10-20 %
D51	20-29 %	70-79 %	1-10 %
D52	30-40 %	1-10 %	50-60 %
D53	30-40 %	1-10 %	60-69 %
D54	30-40 %	10-20 %	40-50 %
D55	30-40 %	10-20 %	50-60 %
D56	30-40 %	20-30 %	30-40 %
D57	30-40 %	20-30 %	40-50 %
D58	30-40 %	30-40 %	20-30 %
D59	30-40 %	30-40 %	30-40 %
D60	30-40 %	40-50 %	10-20 %

D61	30-40 %	40-50 %	20-30 %
D62	30-40 %	50-60 %	1-10 %
D63	30-40 %	50-60 %	10-20 %
D64	30-39 %	60-69 %	1-10 %
D65	40-50 %	1-10 %	40-50 %
D66	40-50 %	1-10 %	50-59 %
D67	40-50 %	10-20 %	30-40 %
D68	40-50 %	10-20 %	40-50 %
D69	40-50 %	20-30 %	20-30 %
D70	40-50 %	20-30 %	30-40 %
D71	40-50 %	30-40 %	10-20 %
D72	40-50 %	20-30 %	20-30 %
D73	40-50 %	40-50 %	1-10 %
D74	40-50 %	40-50 %	10-20 %
D75	40-49 %	50-59 %	1-10 %
D77	50-60 %	1-10 %	30-40 %
D77	50-60 %	1-10 %	40-49 %
D78	50-60 %	10-20 %	20-30 %
D79	50-60 %	10-20 %	30-40 %
D80	50-60 %	20-30 %	10-20 %
D81	50-60 %	20-30 %	20-30 %
D82	50-60 %	30-40 %	1-10 %
D83	50-60 %	30-40 %	10-20 %
D84	50-59 %	40-49 %	1-10 %
D85	60-70 %	1-10 %	20-30 %
D86	60-70 %	1-10 %	30-39 %
D87	60-70 %	10-20 %	10-20 %
D88	60-70 %	10-20 %	20-30 %
D89	60-70 %	20-30 %	1-10 %
D90	60-70 %	20-30 %	10-20 %
D91	60-69 %	30-39 %	1-10 %

D92	70-80 %	1-10 %	10-20 %
D93	70-80 %	1-10 %	20-29 %
D94	70-80 %	10-20 %	1-10 %
D95	70-80 %	10-20 %	10-20 %
D96	70-79 %	20-29 %	1-10 %
D97	80-90 %	1-10 %	1-10 %
D98	80-90 %	1-10 %	10-19 %
D99	80-89 %	10-19 %	1-10 %
D100	90-98 %	1-9 %	1-9 %

[0126] Tableau 4 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂ et du HFC-32

[0127]

[Tableaux5]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-125	HFC-134a
E1	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
E2	1-20 %	1-20 %	1-20 %	60-80 %
E3	1-18 %	1-18 %	1-18 %	80-97 %
E4	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
E5	1-20 %	1-20 %	20-40 %	40-60 %
E6	1-19 %	1-19 %	20-38 %	60-78 %
E7	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
E8	1-20 %	1-20 %	40-60 %	20-40 %
E9	1-19 %	1-19 %	40-58 %	40-58 %
E10	1-20 %	1-20 %	60-80 %	1-20 %
E11	1-19 %	1-19 %	60-78 %	20-38 %
E12	1-18 %	1-18 %	80-97 %	1-18 %
E13	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
E14	1-20 %	20-40 %	1-20 %	40-60 %
E15	1-19 %	20-38 %	1-19 %	60-78 %
E16	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
E17	1-20 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
E18	1-20 %	20-39 %	20-39 %	40-59 %
E19	1-20 %	20-40 %	40-60 %	1-20 %
E20	1-20 %	20-39 %	40-59 %	20-39 %
E21	1-19 %	20-38 %	60-78 %	1-19 %
E22	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
E23	1-20 %	40-60 %	1-20 %	20-40 %
E24	1-19 %	40-58 %	1-19 %	40-58 %
E25	1-20 %	40-60 %	20-40 %	1-20 %
E26	1-20 %	40-59 %	20-39 %	20-39 %
E27	1-19 %	40-58 %	40-58 %	1-19 %
E28	1-20 %	60-80 %	1-20 %	1-20 %
E29	1-19 %	60-78 %	1-19 %	20-38 %

E30	1-19 %	60-78 %	20-38 %	1-19 %
E31	1-18 %	80-97 %	1-18 %	1-18 %
E32	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
E33	20-40 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
E34	20-38 %	1-19 %	1-19 %	60-78 %
E35	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
E36	20-40 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
E37	20-39 %	1-20 %	20-39 %	40-59 %
E38	20-40 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
E39	20-39 %	1-20 %	40-59 %	20-39 %
E40	20-38 %	1-19 %	60-78 %	1-19 %
E41	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
E42	20-40 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
E43	20-39 %	20-39 %	1-20 %	40-59 %
E44	20-40 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
E45	20-40 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
E46	20-39 %	20-39 %	40-59 %	1-20 %
E47	20-40 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
E48	20-39 %	40-59 %	1-20 %	20-39 %
E49	20-39 %	40-59 %	20-39 %	1-20 %
E50	20-38 %	60-78 %	1-19 %	1-19 %
E51	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
E52	40-60 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
E53	40-58 %	1-19 %	1-19 %	40-58 %
E54	40-60 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
E55	40-59 %	1-20 %	20-39 %	20-39 %
E56	40-58 %	1-19 %	40-58 %	1-19 %
E57	40-60 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
E58	40-59 %	20-39 %	1-20 %	20-39 %
E59	40-59 %	20-39 %	20-39 %	1-20 %
E60	40-58 %	40-58 %	1-19 %	1-19 %

E61	60-80 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
E62	60-78 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %
E63	60-78 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %
E64	60-78 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %
E65	80-97 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %

[0128] Tableau 5 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂, du HFC-125 et du HFC-134a

[0129]

[Tableaux6]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-125	HFC-32
F1	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
F2	1-20 %	1-20 %	1-20 %	60-80 %
F3	1-18 %	1-18 %	1-18 %	80-97 %
F4	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
F5	1-20 %	1-20 %	20-40 %	40-60 %
F6	1-19 %	1-19 %	20-38 %	60-78 %
F7	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
F8	1-20 %	1-20 %	40-60 %	20-40 %
F9	1-19 %	1-19 %	40-58 %	40-58 %
F10	1-20 %	1-20 %	60-80 %	1-20 %
F11	1-19 %	1-19 %	60-78 %	20-38 %
F12	1-18 %	1-18 %	80-97 %	1-18 %
F13	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
F14	1-20 %	20-40 %	1-20 %	40-60 %
F15	1-19 %	20-38 %	1-19 %	60-78 %
F16	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
F17	1-20 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
F18	1-20 %	20-39 %	20-39 %	40-59 %
F19	1-20 %	20-40 %	40-60 %	1-20 %
F20	1-20 %	20-39 %	40-59 %	20-39 %
F21	1-19 %	20-38 %	60-78 %	1-19 %
F22	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
F23	1-20 %	40-60 %	1-20 %	20-40 %
F24	1-19 %	40-58 %	1-19 %	40-58 %
F25	1-20 %	40-60 %	20-40 %	1-20 %
F26	1-20 %	40-59 %	20-39 %	20-39 %
F27	1-19 %	40-58 %	40-58 %	1-19 %
F28	1-20 %	60-80 %	1-20 %	1-20 %
F29	1-19 %	60-78 %	1-19 %	20-38 %

F30	1-19 %	60-78 %	20-38 %	1-19 %
F31	1-18 %	80-97 %	1-18 %	1-18 %
F32	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
F33	20-40 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
F34	20-38 %	1-19 %	1-19 %	60-78 %
F35	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
F36	20-40 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
F37	20-39 %	1-20 %	20-39 %	40-59 %
F38	20-40 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
F39	20-39 %	1-20 %	40-59 %	20-39 %
F40	20-38 %	1-19 %	60-78 %	1-19 %
F41	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
F42	20-40 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
F43	20-39 %	20-39 %	1-20 %	40-59 %
F44	20-40 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
F45	20-40 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
F46	20-39 %	20-39 %	40-59 %	1-20 %
F47	20-40 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
F48	20-39 %	40-59 %	1-20 %	20-39 %
F49	20-39 %	40-59 %	20-39 %	1-20 %
F50	20-38 %	60-78 %	1-19 %	1-19 %
F51	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
F52	40-60 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
F53	40-58 %	1-19 %	1-19 %	40-58 %
F54	40-60 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
F55	40-59 %	1-20 %	20-39 %	20-39 %
F56	40-58 %	1-19 %	40-58 %	1-19 %
F57	40-60 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
F58	40-59 %	20-39 %	1-20 %	20-39 %
F59	40-59 %	20-39 %	20-39 %	1-20 %
F60	40-58 %	40-58 %	1-19 %	1-19 %

F61	60-80 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
F62	60-78 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %
F63	60-78 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %
F64	60-78 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %
F65	80-97 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %

[0130] Tableau 6 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂, du HFC-125 et du HFC-32

[0131]

[Tableaux7]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-32	HFC-134a
G1	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
G2	1-20 %	1-20 %	1-20 %	60-80 %
G3	1-18 %	1-18 %	1-18 %	80-97 %
G4	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
G5	1-20 %	1-20 %	20-40 %	40-60 %
G6	1-19 %	1-19 %	20-38 %	60-78 %
G7	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
G8	1-20 %	1-20 %	40-60 %	20-40 %
G9	1-19 %	1-19 %	40-58 %	40-58 %
G10	1-20 %	1-20 %	60-80 %	1-20 %
G11	1-19 %	1-19 %	60-78 %	20-38 %
G12	1-18 %	1-18 %	80-97 %	1-18 %
G13	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
G14	1-20 %	20-40 %	1-20 %	40-60 %
G15	1-19 %	20-38 %	1-19 %	60-78 %
G16	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
G17	1-20 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
G18	1-20 %	20-39 %	20-39 %	40-59 %
G19	1-20 %	20-40 %	40-60 %	1-20 %
G20	1-20 %	20-39 %	40-59 %	20-39 %
G21	1-19 %	20-38 %	60-78 %	1-19 %
G22	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
G23	1-20 %	40-60 %	1-20 %	20-40 %
G24	1-19 %	40-58 %	1-19 %	40-58 %
G25	1-20 %	40-60 %	20-40 %	1-20 %
G26	1-20 %	40-59 %	20-39 %	20-39 %
G27	1-19 %	40-58 %	40-58 %	1-19 %
G28	1-20 %	60-80 %	1-20 %	1-20 %
G29	1-19 %	60-78 %	1-19 %	20-38 %

G30	1-19 %	60-78 %	20-38 %	1-19 %
G31	1-18 %	80-97 %	1-18 %	1-18 %
G32	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
G33	20-40 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
G34	20-38 %	1-19 %	1-19 %	60-78 %
G35	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
G36	20-40 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
G37	20-39 %	1-20 %	20-39 %	40-59 %
G38	20-40 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
G39	20-39 %	1-20 %	40-59 %	20-39 %
G40	20-38 %	1-19 %	60-78 %	1-19 %
G41	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
G42	20-40 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
G43	20-39 %	20-39 %	1-20 %	40-59 %
G44	20-40 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
G45	20-40 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
G46	20-39 %	20-39 %	40-59 %	1-20 %
G47	20-40 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
G48	20-39 %	40-59 %	1-20 %	20-39 %
G49	20-39 %	40-59 %	20-39 %	1-20 %
G50	20-38 %	60-78 %	1-19 %	1-19 %
G51	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
G52	40-60 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
G53	40-58 %	1-19 %	1-19 %	40-58 %
G54	40-60 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
G55	40-59 %	1-20 %	20-39 %	20-39 %
G56	40-58 %	1-19 %	40-58 %	1-19 %
G57	40-60 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
G58	40-59 %	20-39 %	1-20 %	20-39 %
G59	40-59 %	20-39 %	20-39 %	1-20 %
G60	40-58 %	40-58 %	1-19 %	1-19 %

G61	60-80 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
G62	60-78 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %
G63	60-78 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %
G64	60-78 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %
G65	80-97 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %

[0132] Tableau 7 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂, du HFC-32 et du HFC-134a

[0133]

[Tableaux8]

Composition n°	HFO-1123	CO₂	HFC-125	HFC-32	HFC-134a
H1	1-20 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
H2	1-20 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
H3	1-20 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	60-80 %
H4	1-17 %	1-17 %	1-17 %	1-17 %	80-96 %
H5	1-20 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
H6	1-20 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
H7	1-20 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %	40-60 %
H8	1-18 %	1-18 %	1-18 %	20-37 %	60-77 %
H9	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
H10	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %	20-40 %
H11	1-18 %	1-18 %	1-18 %	40-57 %	40-57 %
H12	1-20 %	1-20 %	1-20 %	60-80 %	1-20 %
H13	1-18 %	1-18 %	1-18 %	60-77 %	20-37 %
H14	1-17 %	1-17 %	1-17 %	80-96 %	1-17 %
H15	1-20 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
H16	1-20 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
H17	1-20 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %	40-60 %
H18	1-18 %	1-18 %	20-37 %	1-18 %	60-77 %
H19	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
H20	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %
H21	1-19 %	1-19 %	20-38 %	20-38 %	40-58 %
H22	1-20 %	1-20 %	20-40 %	40-60 %	1-20 %
H23	1-19 %	1-19 %	20-38 %	40-58 %	20-38 %
H24	1-18 %	1-18 %	20-37 %	60-77 %	1-18 %
H25	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
H26	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %	20-40 %
H27	1-18 %	1-18 %	40-57 %	1-18 %	40-57 %
H28	1-20 %	1-20 %	40-60 %	20-40 %	1-20 %
H29	1-19 %	1-19 %	40-58 %	20-38 %	20-38 %

H30	1-18 %	1-18 %	40-57 %	40-57 %	1-18 %
H31	1-20 %	1-20 %	60-80 %	1-20 %	1-20 %
H32	1-18 %	1-18 %	60-77 %	1-18 %	20-37 %
H33	1-18 %	1-18 %	60-77 %	20-37 %	1-18 %
H34	1-17 %	1-17 %	80-96 %	1-17 %	1-17 %
H35	1-20 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H36	1-20 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
H37	1-20 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
H38	1-18 %	20-37 %	1-18 %	1-18 %	60-77 %
H39	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
H40	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
H41	1-19 %	20-38 %	1-19 %	20-38 %	40-58 %
H42	1-20 %	20-40 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
H43	1-19 %	20-38 %	1-19 %	40-58 %	20-38 %
H44	1-18 %	20-37 %	1-18 %	60-77 %	1-18 %
H45	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
H46	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
H47	1-19 %	20-38 %	20-38 %	1-19 %	40-58 %
H48	1-20 %	20-40 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
H49	1-20 %	20-39 %	20-39 %	20-39 %	20-39 %
H50	1-19 %	20-38 %	20-38 %	40-58 %	1-19 %
H51	1-20 %	20-40 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
H52	1-19 %	20-38 %	40-58 %	1-19 %	20-38 %
H53	1-19 %	20-38 %	40-58 %	20-38 %	1-19 %
H54	1-18 %	20-37 %	60-77 %	1-18 %	1-18 %
H55	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H56	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
H57	1-18 %	40-57 %	1-18 %	1-18 %	40-57 %
H58	1-20 %	40-60 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
H59	1-19 %	40-58 %	1-19 %	20-38 %	20-38 %
H60	1-18 %	40-57 %	1-18 %	40-57 %	1-18 %

H61	1-20 %	40-60 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
H62	1-19 %	40-58 %	20-38 %	1-19 %	20-38 %
H63	1-19 %	40-58 %	20-38 %	20-38 %	1-19 %
H64	1-18 %	40-57 %	40-57 %	1-18 %	1-18 %
H65	1-20 %	60-80 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H66	1-18 %	60-77 %	1-18 %	1-18 %	20-37 %
H67	1-18 %	60-77 %	1-18 %	20-37 %	1-18 %
H68	1-18 %	60-77 %	20-37 %	1-18 %	1-18 %
H69	1-17 %	80-96 %	1-17 %	1-17 %	1-17 %
H70	20-40 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H71	20-40 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
H72	20-40 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %
H73	20-37 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %	60-77 %
H74	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
H75	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %
H77	20-38 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %	40-58 %
H77	20-40 %	1-20 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %
H78	20-38 %	1-19 %	1-19 %	40-58 %	20-38 %
H79	20-37 %	1-18 %	1-18 %	60-77 %	1-18 %
H80	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
H81	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %
H82	20-38 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %	40-58 %
H83	20-40 %	1-20 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %
H84	20-39 %	1-20 %	20-39 %	20-39 %	20-39 %
H85	20-38 %	1-19 %	20-38 %	40-58 %	1-19 %
H86	20-40 %	1-20 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %
H87	20-38 %	1-19 %	40-58 %	1-19 %	20-38 %
H88	20-38 %	1-19 %	40-58 %	20-38 %	1-19 %
H89	20-37 %	1-18 %	60-77 %	1-18 %	1-18 %
H90	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H91	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %

H92	20-38 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %	40-58 %
H93	20-40 %	20-40 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
H94	20-39 %	20-39 %	1-20 %	20-39 %	20-39 %
H95	20-38 %	20-38 %	1-19 %	40-58 %	1-19 %
H96	20-40 %	20-40 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
H97	20-39 %	20-39 %	20-39 %	1-20 %	20-39 %
H98	20-39 %	20-39 %	20-39 %	20-39 %	1-20 %
H99	20-38 %	20-38 %	40-58 %	1-19 %	1-19 %
H100	20-40 %	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H101	20-38 %	40-58 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %
H102	20-38 %	40-58 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %
H103	20-38 %	40-58 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %
H104	20-37 %	60-77%	1-18 %	1-18 %	1-18 %
H105	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H106	40-60 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %
H107	40-57 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %	40-57 %
H108	40-60 %	1-20 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %
H109	40-58 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %	20-38 %
H110	40-57 %	1-18 %	1-18 %	40-57 %	1-18 %
H111	40-60 %	1-20 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %
H112	40-58 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %	20-38 %
H113	40-58 %	1-19 %	20-38 %	20-38 %	1-19 %
H114	40-57 %	1-18 %	40-57 %	1-18 %	1-18 %
H115	40-60 %	20-40 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H116	40-58 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %	20-38 %
H117	40-58 %	20-38 %	1-19 %	20-38 %	1-19 %
H118	40-58 %	20-38 %	20-38 %	1-19 %	1-19 %
H119	40-57 %	40-57 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %
H120	60-80 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %	1-20 %
H121	60-77 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %	20-37 %
H122	60-77 %	1-18 %	1-18 %	20-37 %	1-18 %

H123	60-77 %	1-18 %	20-37 %	1-18 %	1-18 %
H124	60-77 %	20-37 %	1-18 %	1-18 %	1-18 %
H125	80-96 %	1-17 %	1-17 %	1-17 %	1-17 %

[0134] Tableau 8 – compositions consistant essentiellement (voir consistant) en du HFO-1123, du CO₂, du HFC-125, du HFC-32 et du HFC-134a

[0135] Dans certains modes de réalisation, le CO₂ représente au moins 15 % en poids, ou au moins 20 % en poids, ou au moins 25 % en poids, ou au moins 30 % en poids, ou au moins 35 % en poids, ou au moins 40 % en poids, du fluide de transfert de chaleur ; ou le CO₂ et le HFC-134a représentent, ensemble, au moins 15 % en poids, ou au moins 20 % en poids, ou au moins 25 % en poids, ou au moins 30 % en poids, ou au moins 35 % en poids, ou au moins 40 % en poids, du fluide de transfert de chaleur ; ou le CO₂ et le HFC-125 représentent, ensemble, au moins 15 % en poids, ou au moins 20 % en poids, ou au moins 25 % en poids, ou au moins 30 % en poids, ou au moins 35 % en poids, ou au moins 40 % en poids, du fluide de transfert de chaleur ; ou le CO₂, le HFC-125 et le HFC-134a représentent, ensemble, au moins 15 % en poids, ou au moins 20 % en poids, ou au moins 25 % en poids, ou au moins 30 % en poids, ou au moins 35 % en poids, ou au moins 40 % en poids, du fluide de transfert de chaleur. Etant donné que le CO₂, le HFC-125 et le HFC-134a sont des composés non-inflammables, ces modes de réalisation sont préférés afin que le fluide de transfert de chaleur soit lui-même non-inflammable.

[0136] Le caractère « *non-inflammable* » d'un fluide est apprécié au sens de la norme ASHRAE 34-2007, avec une température de test de 60°C au lieu de 100°C.

[0137] Dans certains modes de réalisation, le fluide de transfert de chaleur présente un GWP inférieur ou égal à 1100 ; ou inférieur ou égal à 1000 ; ou inférieur ou égal à 900 ; ou inférieur ou égal à 800 ; ou inférieur ou égal à 700 ; ou inférieur ou égal à 600 ; ou inférieur ou égal à 500 ; ou inférieur ou égal à 400 ; ou inférieur ou égal à 300 ; ou inférieur ou égal à 200 ; ou inférieur ou égal à 150 ; ou inférieur ou égal à 100 ; ou inférieur ou égal à 50.

[0138] Afin de permettre un remplacement optimal du R-410A, il est souhaitable que le fluide de transfert de chaleur de l'invention réponde à plusieurs des critères suivants (et de préférence à tous) :

- [0139] • la capacité volumétrique obtenue avec le fluide de transfert de chaleur est environ égale ou supérieure à celle du R-410A, notamment vaut au moins 90 %, ou au moins 95 %, ou au moins 100 % de celle du R-410A ;
- le coefficient de performance obtenu avec le fluide de transfert de chaleur est environ égal ou supérieur à celle du R-410A, notamment vaut au moins 90 %, ou au moins 95 %, ou au moins 100 % de celle du R-410A ;

- le fluide de transfert de chaleur est non-inflammable ;
- le fluide de transfert de chaleur présente un faible GWP ;
- la pression à la sortie du compresseur obtenue avec le fluide de transfert de chaleur n'est pas trop élevée par rapport à celle obtenue avec le R-410A, et notamment est inférieure ou égale à 1,7 fois celle obtenue avec le R-410A, ou est inférieure ou égale à 1,6 fois celle obtenue avec le R-410A, ou est inférieure ou égale à 1,5 fois celle obtenue avec le R-410A, ou est inférieure ou égale à 1,4 fois celle obtenue avec le R-410A, ou est inférieure ou égale à 1,3 fois celle obtenue avec le R-410A, ou est inférieure ou égale à 1,2 fois celle obtenue avec le R-410A, ou est inférieure ou égale à 1,1 fois celle obtenue avec le R-410A ;
- le glissement de température à l'évaporateur obtenu avec le fluide de transfert de chaleur est modéré, et notamment est inférieur ou égal à 10°C, ou à 8°C, ou à 6°C, ou à 5°C, ou à 4°C, ou à 3°C, ou à 2°C, ou à 1°C.

[0140] Les compositions consistant essentiellement (ou consistant) en les composés suivants fournissent par exemple un bon ensemble de propriétés, notamment pour le remplacement du R-410A dans les procédés de refroidissement à température modérée ou de chauffage à température modérée :

- [0141]
- de 40 à 70 % de HFO-1123, de 5 à 30 % de CO₂ et de 5 à 30 % de HFC-125 (en poids) ;
 - de 55 à 70 % de HFO-1123, de 5 à 30 % de CO₂ et de 5 à 35 % de HFC-134a (en poids) ;
 - de 5 à 70 % de HFO-1123, de 5 à 35 % de CO₂ et de 5 à 60 % de HFC-32 (en poids) ;
 - de 5 à 55 % de HFO-1123, de 5 à 35 % de CO₂, de 5 à 25 % de HFC-125 et de 5 à 60 % de HFC-32 (en poids) ;
 - de 5 à 65 % de HFO-1123, de 5 à 30 % de CO₂, de 5 à 30 % de HFC-125, de 5 à 10 % de HFC-134a et de 5 à 65 % de HFC-32 (en poids).

EXEMPLES

[0142] Les exemples suivants illustrent l'invention sans la limiter.

[0143] Exemple 1 – méthode de calcul des propriétés des fluides de transfert de chaleur dans les différentes configurations envisagées

[0144] L'équation RK-Soave est utilisée pour le calcul des densités, enthalpies, entropies et les données d'équilibre liquide vapeur des mélanges. L'utilisation de cette équation nécessite la connaissance des propriétés des corps purs utilisés dans les mélanges en question et aussi les coefficients d'interaction pour chaque binaire.

[0145] Les données disponibles pour chaque corps pur sont : la température d'ébullition, la température critique et la pression critique, la courbe de pression en fonction de la tem-

pérature à partir du point d'ébullition jusqu'au point critique, les densités de liquide saturé et de vapeur saturée en fonction de la température.

- [0146] Les données sur les hydrofluorocarbures sont publiées dans l'ASHRAE Handbook 2005 chapitre 20 et sont aussi disponible sous Refprop (logiciel développé par NIST pour le calcul des propriétés des fluides frigorigènes).
- [0147] Les données de la courbe température-pression des hydrofluorooléfines sont mesurées par la méthode statique. La température critique et la pression critique sont mesurées par un calorimètre C80 commercialisé par Setaram.
- [0148] L'équation RK-Soave utilise des coefficients d'interaction binaire pour représenter le comportement des produits en mélange. Les coefficients sont calculés en fonction des données expérimentales d'équilibre liquide vapeur.
- [0149] La technique utilisée pour les mesures d'équilibre liquide vapeur est la méthode de cellule statique analytique. La cellule d'équilibre comprend un tube saphir et est équipée de deux échantillonneurs ROLSITM électromagnétiques. Elle est immergée dans un bain cryothermostat (HUBER HS40). Une agitation magnétique à entraînement par champ tournant à vitesse variable est utilisée pour accélérer l'atteinte des équilibres. L'analyse des échantillons est effectuée par chromatographie (HP5890 seriesII) en phase gazeuse utilisant un catharomètre (TCD).
- [0150] Des mesures d'équilibre liquide-vapeur ont été effectuées sur les mélanges binaires suivants : HFO-1123 / CO₂ ; HFO-1123 / HFC-32 ; HFO-1123 / HFC-125 ; HFO-1123 / HFC-134a.
- [0151] Exemple 2 – performances en réfrigération
- [0152] Dans la suite, les données de l'exemple 1 sont utilisées pour simuler le comportement de mélanges suivant l'invention dans un procédé de climatisation.
- [0153] Le système considéré est un système à compression équipé d'un évaporateur et condenseur à contre-courant, d'un compresseur et d'un détendeur.
- [0154] Le système fonctionne avec 5°C de surchauffe et 5°C de sous refroidissement.
- [0155] Le coefficient de performance (COP) est défini comme étant la puissance utile fournie par le système sur la puissance apportée ou consommée par le système.
- [0156] Le fonctionne avec une température d'entrée du fluide frigorigène à l'évaporateur de 5°C et une température de début de condensation du fluide frigorigène au condenseur de 35°C.
- [0157] Les performances des compositions sont données dans les tableaux ci-dessous.
- [0158] Dans ces tableaux, « $T_{sv \text{ évap.}}$ » désigne la température de saturation vapeur à l'évaporateur, « $T_{out \text{ comp.}}$ » désigne la température à la sortie du compresseur, « $T_{st \text{ cond.}}$ » désigne la température de saturation liquide au condenseur, « $T_{sv \text{ cond.}}$ » désigne la température de saturation vapeur au condenseur, « P_{min} » désigne la pression à l'évaporateur, « P_{max} » désigne la pression au condenseur, « $Taux$ » désigne

le taux de compression (à savoir le rapport des deux pressions ci-dessus), « ΔT évap. » désigne le glissement de température à l'évaporateur, « % CAP » désigne la capacité volumétrique rapportée (en %) au fluide de référence R-410A, et « % COP » désigne le coefficient de performance rapporté (en %) au fluide de référence R-410A.

[0159] [Tableaux9]

GWP				T_{sv} évap . (°C)	T_{out} com p. (°C)	T_{sl} con d. (°C)	T_{sv} con d. (°C)	P_{min} (bar)	P_{max} (bar)	Tau x	ΔT évap . (°C)	%CA P	%CO P
2100	R-410A			5,1	67,7	34,9	35,0	9,3	21,4	2,3	0,1	100,0	100,0
	R11 23 (%)	CO ₂ (%)	R12 5 (%)										
701	70	10	20	8,6	56,8	31,4	35,0	14,8	29,0	2,0	3,6	133,7	106,5
526	70	15	15	9,5	57,5	30,5	35,0	16,4	31,2	1,9	4,5	147,1	111,2
701	65	15	20	9,9	57,4	30,2	35,0	16,4	31,0	1,9	4,9	147,6	111,6
351	70	20	10	10,2	58,4	29,8	35,0	18,0	33,4	1,9	5,2	159,6	113,3
526	65	20	15	10,6	58,1	29,5	35,0	18,0	33,2	1,8	5,6	160,4	115,3
701	60	20	20	10,9	58,1	29,2	35,0	18,0	33,0	1,8	5,9	161,3	115,9

[0160] Tableau 9 – mélanges ternaires HFO-1123 / CO₂ / HFC-125

[0161]

[Tableaux10]

GWP				T_{sv} évap · (°C)	T_{out} com p. (°C)	T_{sl} con d. (°C)	T_{sv} con d. (°C)	P_{min} (bar)	P_{max} (bar)	Tau x	ΔT évap · (°C)	%CA P	%CO P
2100	R-410A			5,1	67,7	34,9	35,0	9,3	21,4	2,3	0,1	100,0	100,0
	R11 23 (%)	CO ₂ (%)	R13 4a (%)										
358	70	5	25	11,2	56,3	29,9	35,0	12,3	23,7	1,9	6,2	123,1	121,2
430	65	5	30	12,7	55,7	28,5	35,0	12,0	22,5	1,9	7,7	124,2	131,0
287	70	10	20	11,5	57,1	29,4	35,0	14,0	26,4	1,9	6,5	136,2	121,8
358	65	10	25	13,0	56,4	28,0	35,0	13,8	25,2	1,8	8,0	138,0	132,0
215	70	15	15	11,5	57,9	29,1	35,0	15,8	29,2	1,8	6,5	148,6	121,2
287	65	15	20	13,0	57,4	27,9	35,0	15,5	28,0	1,8	8,0	150,7	130,3
144	70	20	10	11,4	58,8	29,0	35,0	17,5	32,0	1,8	6,4	160,3	119,2
215	65	20	15	12,7	58,3	27,9	35,0	17,3	30,9	1,8	7,7	162,4	127,4
72	70	25	5	11,2	59,5	28,9	35,0	19,3	34,9	1,8	6,2	171,3	117,9
144	65	25	10	12,3	59,2	28,1	35,0	19,0	33,9	1,8	7,3	173,3	123,9

[0162] Tableau 10 – mélanges ternaires HFO-1123 / CO₂ / HFC-134a

[0163]

[Tableaux11]

GWP				T_{sv} évap . (°C)	T_{out} com p. (°C)	T_{sl} con d. (°C)	T_{sv} con d. (°C)	P_{min} (bar)	P_{max} (bar)	Tau x	ΔT évap . (°C)	%CA P	%CO P
2100	R-410A			5,1	67,7	34,9	35,0	9,3	21,4	2,3	0,1	100,0	100,0
	R32 (%)	R11 23 (%)	CO ₂ (%)										
271	40	30	30	12,2	69,6	28,4	35,0	19,0	34,8	1,8	7,2	187,1	124,6
304	45	25	30	12,7	70,1	27,9	35,0	18,8	34,0	1,8	7,7	187,9	128,5

[0164] Tableau 11 – mélanges ternaires HFO-1123 / CO₂ / HFC-32

[0165]

[Tableaux12]

GW P					T_{sv} éva p. (°C)	T_{out} com p. (°C)	T_{sl} con d. (°C)	T_{sv} con d. (°C)	P_{min} (bar)	P_{max} (bar)	Tau x	ΔT éva p. (°C)	%C AP	%C OP
2100	R-410A				5,1	67,7	34,9	35,0	9,3	21,4	2,3	0,1	100,0	100,0
	R32 (%)	R11 23 (%)	CO ₂ (%)	R12 5 (%)										
762	35	35	15	15	10,2	66,1	29,9	35,0	15,3	29,6	1,9	5,2	153,3	117,3
795	40	30	15	15	10,4	67,0	29,6	35,0	15,1	29,1	1,9	5,4	153,5	119,6
553	30	40	20	10	10,6	66,0	29,6	35,0	16,9	32,1	1,9	5,6	164,7	117,4
587	35	35	20	10	10,9	66,9	29,3	35,0	16,7	31,6	1,9	5,9	165,3	119,7
621	40	30	20	10	11,2	67,8	29,0	35,0	16,5	31,0	1,9	6,2	165,8	122,3
654	45	25	20	10	11,5	68,6	28,6	35,0	16,2	30,4	1,9	6,5	166,0	125,1
688	50	20	20	10	11,9	69,3	28,3	35,0	16,0	29,7	1,9	6,9	166,0	128,0
722	55	15	20	10	12,1	70,1	27,9	35,0	15,7	29,1	1,9	7,1	165,6	130,7
755	60	10	20	10	12,3	70,8	27,6	35,0	15,4	28,5	1,8	7,3	164,9	133,1
789	65	5	20	10	12,5	71,6	27,4	35,0	15,1	27,9	1,8	7,5	163,9	135,2
728	30	35	20	15	11,1	65,4	29,1	35,0	16,9	31,7	1,9	6,1	165,5	120,2
762	35	30	20	15	11,3	66,3	28,8	35,0	16,6	31,2	1,9	6,3	166,0	122,6

795	40	25	20	15	11,6	67,0	28,5	35,0	16,4	30,6	1,9	6,6	166,3	125,8
344	25	45	25	5	10,8	65,9	29,5	35,0	18,5	34,7	1,9	5,8	174,6	116,0
378	30	40	25	5	11,1	67,0	29,3	35,0	18,3	34,2	1,9	6,1	175,4	118,1
412	35	35	25	5	11,4	67,8	29,0	35,0	18,0	33,6	1,9	6,4	176,2	120,9
446	40	30	25	5	11,8	68,6	28,6	35,0	17,8	32,9	1,9	6,8	176,9	123,9
479	45	25	25	5	12,2	69,3	28,1	35,0	17,5	32,2	1,8	7,2	177,5	127,4
513	50	20	25	5	12,6	69,9	27,7	35,0	17,3	31,5	1,8	7,6	177,8	131,0
547	55	15	25	5	13,0	70,5	27,3	35,0	17,0	30,7	1,8	8,0	177,8	134,6
486	20	45	25	10	11,0	64,3	29,3	35,0	18,7	34,8	1,9	6,0	174,8	117,1
519	25	40	25	10	11,2	65,4	29,1	35,0	18,5	34,3	1,9	6,2	175,7	118,7
553	30	35	25	10	11,5	66,4	28,8	35,0	18,2	33,8	1,9	6,5	176,5	121,1
587	35	30	25	10	11,9	67,2	28,5	35,0	18,0	33,1	1,8	6,9	177,3	124,2
621	40	25	25	10	12,3	67,9	28,1	35,0	17,7	32,5	1,8	7,3	177,9	127,5
654	45	20	25	10	12,7	68,6	27,7	35,0	17,5	31,8	1,8	7,7	178,3	130,9
627	15	45	25	15	11,3	62,8	29,0	35,0	18,9	34,9	1,8	6,3	175,2	117,9
661	20	40	25	15	11,5	63,8	28,9	35,0	18,7	34,5	1,8	6,5	176,1	120,2
694	25	35	25	15	11,7	65,0	28,7	35,0	18,4	34,0	1,8	6,7	176,8	121,3

728	30	30	25	15	12,0	65,8	28,3	35,0	18,2	33,4	1,8	7,0	177,7	124,2
762	35	25	25	15	12,4	66,5	28,0	35,0	17,9	32,7	1,8	7,4	178,4	127,7
795	40	20	25	15	12,7	67,3	27,6	35,0	17,7	32,0	1,8	7,7	178,9	130,8
768	10	45	25	20	11,7	61,3	28,7	35,0	19,1	34,9	1,8	6,7	175,7	119,4
446	40	25	30	5	12,7	68,8	27,8	35,0	19,0	34,4	1,8	7,7	188,4	128,0
587	35	25	30	10	12,7	67,6	27,8	35,0	19,3	34,7	1,8	7,7	189,0	127,7

[0166] Tableau 12 – mélanges quaternaires HFO-1123 / CO₂ / HFC-32 / HFC-125

[0167]

[Tableaux13]

GW						T_{sv} éva p. (°C)	T_{out} co mp. (°C)	T_{sl} con d. (°C)	T_{sv} con d. (°C)	P min (bar)	P max (bar)	Tau x	ΔT éva p. (°C)	%C AP	%C OP
2100	R-410A					5,1	67,7	34,9	35,0	9,3	21,4	2,3	0,1	100,0	100,0
	R32 (%)	R11 23 (%) (%)	CO ₂ (%)	R12 5 (%)	R13 4a (%)										
702	5	65	5	15	10	8,8	57,4	31,7	35,0	12,8	25,6	2,0	3,8	122,3	108,9
736	10	60	5	15	10	9,0	58,6	31,5	35,0	12,7	25,5	2,0	4,0	123,8	110,5
561	10	60	10	10	10	10,2	59,4	30,2	35,0	14,3	27,6	1,9	5,2	137,9	115,8
595	15	55	10	10	10	10,4	60,5	30,0	35,0	14,2	27,3	1,9	5,4	139,2	117,4
629	20	50	10	10	10	10,7	61,6	29,8	35,0	14,0	27,0	1,9	5,7	140,3	119,4
662	25	45	10	10	10	10,9	62,5	29,5	35,0	13,9	26,7	1,9	5,9	141,1	121,8
696	30	40	10	10	10	11,2	63,5	29,2	35,0	13,7	26,2	1,9	6,2	141,6	123,8
730	35	35	10	10	10	11,4	64,5	28,9	35,0	13,5	25,8	1,9	6,4	141,8	126,0
763	40	30	10	10	10	11,5	65,3	28,7	35,0	13,3	25,3	1,9	6,5	141,6	128,2
797	45	25	10	10	10	11,7	66,3	28,5	35,0	13,1	24,9	1,9	6,7	141,0	129,6
528	5	65	10	10	10	10,0	58,2	30,4	35,0	14,3	27,7	1,9	5,0	136,4	114,2

561	10	60	10	10	10	10,2	59,4	30,2	35,0	14,3	27,6	1,9	5,2	137,9	115,8
595	15	55	10	10	10	10,4	60,5	30,0	35,0	14,2	27,3	1,9	5,4	139,2	117,7
629	20	50	10	10	10	10,7	61,5	29,8	35,0	14,0	27,0	1,9	5,7	140,3	119,7
662	25	45	10	10	10	10,9	62,5	29,5	35,0	13,9	26,7	1,9	5,9	141,1	121,7
696	30	40	10	10	10	11,2	63,5	29,2	35,0	13,7	26,2	1,9	6,2	141,6	124,0
730	35	35	10	10	10	11,4	64,4	28,9	35,0	13,5	25,8	1,9	6,4	141,8	126,1
763	40	30	10	10	10	11,5	65,3	28,7	35,0	13,3	25,3	1,9	6,5	141,6	128,1
797	45	25	10	10	10	11,7	66,3	28,5	35,0	13,1	24,9	1,9	6,7	141,0	129,7
631	5	65	10	15	5	9,3	58,1	31,0	35,0	14,5	28,4	2,0	4,3	135,8	110,5
665	10	60	10	15	5	9,4	59,4	30,8	35,0	14,5	28,3	2,0	4,4	137,2	111,4
698	15	55	10	15	5	9,5	60,6	30,7	35,0	14,4	28,1	2,0	4,5	138,4	112,8
732	20	50	10	15	5	9,7	61,7	30,6	35,0	14,2	27,9	2,0	4,7	139,4	114,3
766	25	45	10	15	5	9,9	62,9	30,4	35,0	14,1	27,6	2,0	4,9	140,2	115,7
800	30	40	10	15	5	10,1	63,9	30,1	35,0	13,9	27,2	2,0	5,1	140,7	117,5
702	5	60	10	15	10	10,5	57,8	30,0	35,0	14,2	27,3	1,9	5,5	136,7	117,0
736	10	55	10	15	10	10,7	58,9	29,8	35,0	14,1	27,1	1,9	5,7	138,2	118,5
770	15	50	10	15	10	10,9	59,9	29,6	35,0	14,0	26,9	1,9	5,9	139,4	121,1

702	5	60	10	15	10	10,5	57,8	30,0	35,0	14,2	27,3	1,9	5,5	136,7	117,0
353	5	65	15	5	10	10,9	59,0	29,5	35,0	15,9	29,8	1,9	5,9	149,5	118,1
386	10	60	15	5	10	11,1	60,2	29,4	35,0	15,8	29,6	1,9	6,1	150,9	119,2
420	15	55	15	5	10	11,3	61,3	29,2	35,0	15,7	29,3	1,9	6,3	152,3	121,4
454	20	50	15	5	10	11,6	62,3	28,9	35,0	15,5	29,0	1,9	6,6	153,5	123,6
487	25	45	15	5	10	11,9	63,2	28,6	35,0	15,3	28,6	1,9	6,9	154,4	126,0
521	30	40	15	5	10	12,3	64,1	28,2	35,0	15,1	28,1	1,9	7,3	155,2	129,0
555	35	35	15	5	10	12,5	64,8	27,9	35,0	15,0	27,6	1,8	7,5	155,6	131,9
588	40	30	15	5	10	12,8	65,6	27,5	35,0	14,7	27,0	1,8	7,8	155,7	134,8
456	5	65	15	10	5	10,1	59,0	30,1	35,0	16,1	30,5	1,9	5,1	148,8	113,9
490	10	60	15	10	5	10,2	60,3	30,0	35,0	16,0	30,4	1,9	5,2	150,2	114,8
523	15	55	15	10	5	10,4	61,4	29,9	35,0	15,9	30,2	1,9	5,4	151,4	116,1
557	20	50	15	10	5	10,6	62,6	29,7	35,0	15,7	29,9	1,9	5,6	152,4	117,7
591	25	45	15	10	5	10,8	63,7	29,5	35,0	15,5	29,5	1,9	5,8	153,3	119,5
625	30	40	15	10	5	11,1	64,6	29,2	35,0	15,3	29,1	1,9	6,1	154,0	121,8
658	35	35	15	10	5	11,4	65,6	28,9	35,0	15,1	28,6	1,9	6,4	154,4	124,1
692	40	30	15	10	5	11,6	66,4	28,6	35,0	14,9	28,1	1,9	6,6	154,6	126,7

726	45	25	15	10	5	11,9	67,2	28,3	35,0	14,7	27,5	1,9	6,9	154,4	129,0
759	50	20	15	10	5	12,0	68,1	28,0	35,0	14,4	27,0	1,9	7,0	154,0	131,3
793	55	15	15	10	5	12,2	69,0	27,8	35,0	14,2	26,4	1,9	7,2	153,1	133,1
528	5	60	15	10	10	11,4	58,7	29,1	35,0	15,8	29,4	1,9	6,4	150,4	120,9
561	10	55	15	10	10	11,6	59,8	28,9	35,0	15,7	29,2	1,9	6,6	151,8	122,5
595	15	50	15	10	10	11,9	60,8	28,7	35,0	15,6	28,9	1,9	6,9	153,1	124,6
629	20	45	15	10	10	12,1	61,7	28,4	35,0	15,4	28,5	1,9	7,1	154,2	127,1
662	25	40	15	10	10	12,4	62,6	28,1	35,0	15,2	28,1	1,8	7,4	155,0	129,7
696	30	35	15	10	10	12,7	63,4	27,7	35,0	15,0	27,6	1,8	7,7	155,5	132,5
730	35	30	15	10	10	13,0	64,2	27,4	35,0	14,8	27,1	1,8	8,0	155,8	135,4
631	5	60	15	15	5	10,6	58,7	29,7	35,0	16,0	30,2	1,9	5,6	149,6	116,4
665	10	55	15	15	5	10,7	59,9	29,6	35,0	15,9	30,1	1,9	5,7	150,9	117,3
698	15	50	15	15	5	10,8	61,0	29,5	35,0	15,8	29,8	1,9	5,8	152,0	118,7
732	20	45	15	15	5	11,0	62,1	29,3	35,0	15,6	29,5	1,9	6,0	153,0	120,5
766	25	40	15	15	5	11,3	63,1	29,0	35,0	15,4	29,1	1,9	6,3	153,8	122,5
800	30	35	15	15	5	11,5	64,1	28,8	35,0	15,2	28,6	1,9	6,5	154,3	124,7
702	5	55	15	15	10	11,9	58,2	28,6	35,0	15,7	29,0	1,8	6,9	151,3	124,3

736	10	50	15	15	10	12,1	59,2	28,4	35,0	15,6	28,8	1,8	7,1	152,7	126,4
770	15	45	15	15	10	12,4	60,3	28,2	35,0	15,5	28,4	1,8	7,4	153,9	128,3
281	5	65	20	5	5	10,8	59,9	29,5	35,0	17,6	32,7	1,9	5,8	161,0	116,4
315	10	60	20	5	5	10,8	61,2	29,5	35,0	17,5	32,6	1,9	5,8	162,1	116,8
349	15	55	20	5	5	11,0	62,4	29,4	35,0	17,3	32,3	1,9	6,0	163,1	117,9
382	20	50	20	5	5	11,2	63,5	29,2	35,0	17,1	32,0	1,9	6,2	164,2	119,6
416	25	45	20	5	5	11,5	64,5	29,0	35,0	16,9	31,5	1,9	6,5	165,1	121,7
450	30	40	20	5	5	11,8	65,4	28,7	35,0	16,7	31,0	1,9	6,8	166,0	124,3
483	35	35	20	5	5	12,1	66,2	28,3	35,0	16,5	30,5	1,8	7,1	166,7	127,2
517	40	30	20	5	5	12,5	67,0	27,9	35,0	16,3	29,9	1,8	7,5	167,2	130,5
551	45	25	20	5	5	12,8	67,7	27,5	35,0	16,0	29,2	1,8	7,8	167,3	133,7
353	5	60	20	5	10	12,0	59,5	28,5	35,0	17,4	31,6	1,8	7,0	162,9	123,4
386	10	55	20	5	10	12,2	60,7	28,4	35,0	17,2	31,3	1,8	7,2	164,2	124,7
420	15	50	20	5	10	12,5	61,6	28,1	35,0	17,0	31,0	1,8	7,5	165,4	127,1
454	20	45	20	5	10	12,8	62,5	27,8	35,0	16,9	30,5	1,8	7,8	166,6	129,8
456	5	60	20	10	5	11,2	59,4	29,1	35,0	17,6	32,4	1,8	6,2	162,0	119,4
490	10	55	20	10	5	11,3	60,9	29,1	35,0	17,4	32,2	1,8	6,3	163,1	119,1

523	15	50	20	10	5	11,5	61,9	28,9	35,0	17,3	32,0	1,9	6,5	164,2	120,7
557	20	45	20	10	5	11,7	63,0	28,7	35,0	17,1	31,6	1,9	6,7	165,2	122,6
591	25	40	20	10	5	12,0	64,0	28,5	35,0	16,9	31,1	1,8	7,0	166,1	124,9
625	30	35	20	10	5	12,3	64,8	28,1	35,0	16,6	30,6	1,8	7,3	166,9	127,8
658	35	30	20	10	5	12,6	65,6	27,8	35,0	16,4	30,0	1,8	7,6	167,4	130,8
692	40	25	20	10	5	12,9	66,3	27,4	35,0	16,2	29,4	1,8	7,9	167,7	134,0
528	5	55	20	10	10	12,6	59,1	28,0	35,0	17,3	31,2	1,8	7,6	164,3	126,9
561	10	50	20	10	10	12,8	60,1	27,8	35,0	17,2	30,9	1,8	7,8	165,5	128,8
631	5	55	20	15	5	11,7	59,2	28,7	35,0	17,6	32,1	1,8	6,7	163,2	121,3
665	10	50	20	15	5	11,8	60,4	28,6	35,0	17,4	31,9	1,8	6,8	164,3	122,2
698	15	45	20	15	5	12,0	61,5	28,5	35,0	17,2	31,6	1,8	7,0	165,3	123,8
732	20	40	20	15	5	12,2	62,5	28,2	35,0	17,0	31,2	1,8	7,2	166,3	126,1
766	25	35	20	15	5	12,5	63,4	28,0	35,0	16,8	30,7	1,8	7,5	167,1	128,5
800	30	30	20	15	5	12,8	64,2	27,6	35,0	16,6	30,1	1,8	7,8	167,7	131,5
281	5	60	25	5	5	11,6	60,5	28,7	35,0	19,1	34,6	1,8	6,6	173,4	119,7
315	10	55	25	5	5	11,7	61,8	28,7	35,0	18,9	34,4	1,8	6,7	174,3	120,1
349	15	50	25	5	5	11,8	62,9	28,6	35,0	18,7	34,1	1,8	6,8	175,2	121,4

382	20	45	25	5	5	12,1	64,0	28,4	35,0	18,5	33,7	1,8	7,1	176,2	123,4
416	25	40	25	5	5	12,4	64,9	28,2	35,0	18,2	33,2	1,8	7,4	177,3	125,9
450	30	35	25	5	5	12,8	65,7	27,8	35,0	18,0	32,6	1,8	7,8	178,2	129,1
353	5	55	25	5	10	13,0	60,0	27,6	35,0	18,8	33,4	1,8	8,0	176,0	127,9
456	5	55	25	10	5	12,1	60,2	28,3	35,0	19,1	34,4	1,8	7,1	174,8	122,0
490	10	50	25	10	5	12,2	61,4	28,3	35,0	18,9	34,1	1,8	7,2	175,7	122,9
523	15	45	25	10	5	12,4	62,5	28,2	35,0	18,7	33,8	1,8	7,4	176,7	124,6
557	20	40	25	10	5	12,6	63,5	28,0	35,0	18,4	33,3	1,8	7,6	177,6	126,8
591	25	35	25	10	5	13,0	64,3	27,6	35,0	18,2	32,7	1,8	8,0	178,7	129,7
631	5	50	25	15	5	12,6	60,0	27,9	35,0	19,1	34,1	1,8	7,6	176,3	124,2
665	10	45	25	15	5	12,7	60,9	27,9	35,0	18,9	33,8	1,8	7,7	177,3	126,2
698	15	40	25	15	5	12,9	62,0	27,7	35,0	18,7	33,4	1,8	7,9	178,2	128,0

[0168] Tableau 13 – mélanges quinquénaires HFO-1123 / CO₂ / HFC-32 / HFC-125 / HFC-134a

[0169] Modes de réalisation

[0170] Mode de réalisation 1 : Composition comprenant du 1,1,2-trifluoroéthylène et du dioxyde de carbone.

[0171] Mode de réalisation 2 : Composition selon le mode de réalisation 1, comprenant un ou plusieurs composés additionnels choisis parmi l'ammoniac et les alcanes et alcènes éventuellement halogénés, et de préférence parmi les hydrofluorooléfines, les hydrochlorofluorooléfines et les hydrofluorocarbures saturés.

[0172] Mode de réalisation 3 : Composition selon le mode de réalisation 1 ou 2, comprenant un ou plusieurs composés additionnels choisis parmi le 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, le

pentafluoroéthane, le difluorométhane, le 2,3,3,3-tétrafluoropropène, le 1,3,3,3-tétrafluoropropène, l'ammoniac, le 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane, le propane, le propylène, le 1,1,1-trifluoroéthane, le 1-chloro-3,3,3-trifluoropropène, le 1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-ène, le 1,1,1,3,3-pentafluoropropane, le 1,1,2,2-tétrafluoroéthane, le 1,1-difluoroéthane et les combinaisons de ceux-ci ; et de préférence parmi le 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, le pentafluoroéthane, le difluorométhane, le 2,3,3,3-tétrafluoropropène, le 1,3,3,3-tétrafluoropropène et les combinaisons de ceux-ci.

[0173] Mode de réalisation 4: Composition selon l'une des mode de réalisation 1 à 3, consistant essentiellement en :

- [0174]
- du 1,1,2-trifluoroéthylène et du dioxyde de carbone ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du pentafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du difluorométhane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du pentafluoroéthane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du difluorométhane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du pentafluoroéthane et du difluorométhane ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du pentafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du pentafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du difluorométhane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du difluorométhane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
 - du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du

- 2,3,3,3-tétrafluoropropène et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane et du pentafluoroéthane ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du pentafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du pentafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du 2,3,3,3-tétrafluoropropène et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane, du pentafluoroéthane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane, du pentafluoroéthane et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène ; ou
- du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, du difluorométhane, du pentafluoroéthane, du 2,3,3,3-tétrafluoropropène et du 1,3,3,3-tétrafluoropropène.

[0175] Mode de réalisation 5: Composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 4, dans laquelle la proportion en 1,1,2-trifluoroéthylène vaut de 5 à 80 % en poids, de préférence de 10 à 70 % en poids, de préférence encore de 15 à 60 % en poids.

[0176] Mode de réalisation 6: Composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 5, dans laquelle la proportion totale en dioxyde de carbone et le cas échéant en 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et/ou en pentafluoroéthane vaut au moins 15 % en poids, de préférence au moins 30 % en poids, et de préférence encore au moins 35 % en poids.

[0177] Mode de réalisation 7: Composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 6, choisie parmi les mélanges consistant essentiellement en :

- de 40 à 70 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 30 % de dioxyde de carbone et de 5 à 30 % de pentafluoroéthane (en poids) ;

- de 55 à 70 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 30 % de dioxyde de carbone et de 5 à 35 % de 1,1,1,2-tétrafluoroéthane (en poids) ;
- de 5 à 70 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 35 % de dioxyde de carbone et de 5 à 60 % de difluorométhane (en poids) ;
- de 5 à 55 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 35 % de dioxyde de carbone, de 5 à 25 % de pentafluoroéthane et de 5 à 60 % de difluorométhane (en poids) ;
- de 5 à 65 % de 1,1,2-trifluoroéthylène, de 5 à 30 % de dioxyde de carbone, de 5 à 30 % de pentafluoroéthane, de 5 à 10 % de 1,1,1,2-tétrafluoroéthane et de 5 à 60 % de difluorométhane (en poids).

- [0179] Mode de réalisation 8: Composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 7, qui est non inflammable.
- [0180] Mode de réalisation 9: Composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 8, qui présente un GWP inférieur ou égal à 1000, et de préférence inférieur ou égal à 150.
- [0181] Mode de réalisation 10: Utilisation de la composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 9, en tant que fluide de transfert de chaleur.
- [0182] Mode de réalisation 11: Utilisation selon le mode de réalisation 10, pour le remplacement du R-410A, de préférence dans la climatisation stationnaire.
- [0183] Mode de réalisation 12: Composition de transfert de chaleur, comprenant la composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 9 en tant que fluide de transfert de chaleur, et un ou plusieurs additifs.
- [0184] Mode de réalisation 13: Composition de transfert de chaleur selon le mode de réalisation 12, dans laquelle les additifs sont choisis parmi les lubrifiants, les nanoparticules, les stabilisants, les tensioactifs, les agents traceurs, les agents fluorescents, les agents odorants, les agents de solubilisation et les combinaisons de ceux-ci.
- [0185] Mode de réalisation 14: Installation de transfert de chaleur comprenant un circuit de compression de vapeur contenant une composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 9 en tant que fluide de transfert de chaleur ou contenant une composition de transfert de chaleur selon le mode de réalisation 12 ou 13.
- [0186] Mode de réalisation 15: Installation selon le mode de réalisation 14, choisie parmi les installations mobiles ou stationnaires de chauffage par pompe à chaleur, de climatisation, et notamment de climatisation automobile ou de climatisation stationnaire centralisée, de réfrigération, de congélation et les cycles de Rankine, et de préférence est une installation de climatisation.
- [0187] Mode de réalisation 16: Procédé de chauffage ou de refroidissement d'un fluide ou d'un corps au moyen d'un circuit de compression de vapeur contenant un fluide de transfert de chaleur, ledit procédé comprenant successivement l'évaporation du fluide de transfert de chaleur, la compression du fluide de transfert de chaleur, la condensation du fluide de chaleur et la détente du fluide de transfert de chaleur, dans

lequel le fluide de transfert de chaleur est une composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 9.

- [0188] Mode de réalisation 17: Procédé de réduction de l'impact environnemental d'une installation de transfert de chaleur comprenant un circuit de compression de vapeur contenant un fluide de transfert de chaleur initial, ledit procédé comprenant une étape de remplacement du fluide de transfert de chaleur initial dans le circuit de compression de vapeur par un fluide de transfert final, le fluide de transfert final présentant un GWP inférieur au fluide de transfert de chaleur initial, dans lequel le fluide de transfert de chaleur final est une composition selon l'une des modes de réalisation 1 à 9.
- [0189] Mode de réalisation 18: Procédé selon le mode de réalisation 17, dans lequel le fluide de transfert de chaleur initial est le R-410A.

Revendications

- [Revendication 1] Composition comprenant ou consistant essentiellement en du 1,1,2-trifluoroéthylène, du dioxyde de carbone, du difluorométhane et du 2,3,3,3-tétrafluoropropène.
- [Revendication 2] Composition selon la revendication 1, dans laquelle la proportion en 1,1,2-trifluoroéthylène vaut de 5 à 80 % en poids, de préférence de 10 à 70 % en poids, de préférence encore de 15 à 60 % en poids.
- [Revendication 3] Composition selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la proportion totale en dioxyde de carbone vaut au moins 15 % en poids, de préférence au moins 30 % en poids, et de préférence encore au moins 35 % en poids.
- [Revendication 4] Composition selon l'une des revendications 1 à 3, qui est non inflammable.
- [Revendication 5] Composition selon l'une des revendications 1 à 4, qui présente un GWP inférieur ou égal à 1000, et de préférence inférieur ou égal à 150.
- [Revendication 6] Utilisation de la composition selon l'une des revendications 1 à 5, en tant que fluide de transfert de chaleur.
- [Revendication 7] Utilisation selon la revendication 6, pour le remplacement du R-410A, de préférence dans la climatisation stationnaire.
- [Revendication 8] Composition de transfert de chaleur, comprenant la composition selon l'une des revendications 1 à 5 en tant que fluide de transfert de chaleur, et un ou plusieurs additifs.
- [Revendication 9] Composition de transfert de chaleur selon la revendication 8, dans laquelle les additifs sont choisis parmi les lubrifiants, les nanoparticules, les stabilisants, les tensioactifs, les agents traceurs, les agents fluorescents, les agents odorants, les agents de solubilisation et les combinaisons de ceux-ci.
- [Revendication 10] Installation de transfert de chaleur choisie parmi les installations mobiles ou stationnaires de chauffage par pompe à chaleur, de climatisation, et notamment de climatisation automobile ou de climatisation stationnaire centralisée, de réfrigération, de congélation et les cycles de Rankine, et de préférence est une installation de climatisation, comprenant un circuit de compression de vapeur contenant une composition selon l'une des revendications 1 à 5 en tant que fluide de transfert de chaleur ou contenant une composition de transfert de chaleur selon la revendication 8 ou 9.