

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE PRODUCTION ET DE PURIFICATION DU 2,3,3,3-TETRAFLUORO-1-PROPENE.

②② Date de dépôt : 23.12.15.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.06.17 Bulletin 17/26.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 13.12.19 Bulletin 19/50.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *BABA-AHMED ABDELATIF, DEUR-
BERT DOMINIQUE, COLLIER BERTRAND et
WENDLINGER LAURENT.*

⑦③ Titulaire(s) : *ARKEMA FRANCE Société anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) : *ARKEMA FRANCE.*

FR 3 046 163 - B1



Procédé de production et de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène

Domaine technique de l'invention

L'invention se rapporte à un procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène.
 5 En outre, l'invention se rapporte également à un procédé de production et de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène.

Arrière-plan technologique de l'invention

Les hydrofluorocarbures (HFC) et en particulier les hydrofluorooléfines (HFOs), telles
 10 que le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (HFO-1234yf) sont des composés connus pour leurs propriétés de réfrigérants et fluides caloporteurs, extinctrices, propulseurs, agents moussants, agents gonflants, diélectriques gazeux, milieu de polymérisation ou monomère, fluides supports, agents pour abrasifs, agents de séchage et fluides pour unité de production d'énergie. Les HFO ont été identifiés comme des alternatives souhaitables au HCFC du fait de leurs faibles
 15 valeurs d'ODP (Ozone Depletion Potential ou potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) et de GWP (Global Warming Potential ou potentiel de réchauffement climatique).

La plupart des procédés de fabrication des hydrofluorooléfines font appel à une réaction de fluoration et / ou déhydrohalogénéation. Ces réactions sont effectuées en phase gazeuse et génèrent des impuretés qu'il faut par conséquent éliminer pour obtenir le composé désiré dans
 20 un degré de pureté suffisant pour les applications visées.

Par exemple, dans le cadre de la production de 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (HFO-1234yf), la présence d'impuretés telles que le 1-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propène (1233zd), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze) et le 1,1,1,3,3-pentafluoropropane (245fa) sont observées. Ces impuretés sont des isomères des composés principaux visant à être obtenus par
 25 le procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène outre ce dernier, i.e. 2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propène (1233xf) et 1,1,1,2,2-pentafluoropropane (245cb). Compte tenu des points d'ébullition respectifs du 1-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propène (1233zd), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze) et le 1,1,1,3,3-pentafluoropropane (245fa), ceux-ci peuvent s'accumuler dans le réacteur et ainsi empêcher la formation des produits d'intérêt.

30 La purification de ce type de mélange réactionnel peut être effectuée par différentes techniques connues de l'art antérieur, telles que par exemple la distillation. Cependant lorsque les composés à purifier ont des points d'ébullition trop proche ou lorsque ceux-ci forment des

compositions azéotropes ou quasi-azéotropes, la distillation n'est pas un procédé efficace. Des procédés de distillation extractive ont ainsi été décrits.

On connaît par EP 0 864 554 un procédé de purification d'un mélange comprenant 1,1,1,3,3-pentafluoropropane (245fa) et 1-chloro-3,3,3-trifluoro-trans-1-propène (1233zd) par
 5 distillation en présence d'un solvant ayant un point d'ébullition supérieur à celui de 1-chloro-3,3,3-trifluoro-trans-1-propène.

On connaît par WO 03/068716 un procédé de récupération de pentafluoroéthane à partir d'un mélange comprenant du pentafluoroéthane et du chloropentafluoroéthane par distillation en présence d'hexafluoropropène.

10 On connaît aussi par WO 98/19982 un procédé de purification du 1,1-difluoroéthane par distillation extractive. Le procédé consiste à mettre en contact un agent d'extraction avec un mélange de 1,1-difluoroéthane et de chlorure de vinyle. L'agent d'extraction est choisi parmi les hydrocarbures, les alcools, les chlorocarbures ayant un point d'ébullition compris entre 10°C et 120°C. On connaît aussi par US2015/291490 un procédé de séparation entre 2,3,3,3-tetrafluoro-
 15 1-propène et le chlorométhane (40).

Comme mentionné par WO 98/19982, la sélection de l'agent d'extraction peut s'avérer complexe en fonction des produits à séparer. Il existe donc toujours un besoin pour la mise en œuvre d'un procédé particulier de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène.

20 **Résumé de l'invention**

Dans un procédé de production du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, le choix de conditions opérationnelles particulières peut favoriser la présence de certaines impuretés ou d'isomères de celles-ci. La présence d'impuretés telles que 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze) peut être observée tout comme celle de 1-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propène (1233zd), et 1,1,1,3,3-
 25 pentafluoropropane (245fa). Ces impuretés peuvent provenir de réactions secondaires induites par des composés produits intermédiairement pendant la production du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, et peuvent présenter des propriétés physiques telles que leur élimination peut s'avérer complexe. La présente invention permet la production de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène avec une pureté améliorée.

30 Selon un premier aspect, la présente invention fournit un procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234yf) à partir d'une première composition comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et chlorométhane (40), ledit procédé comprenant les étapes de:

- a) mise en contact de ladite première composition avec au moins un agent d'extraction organique pour former une seconde composition ;
- b) distillation extractive de ladite seconde composition pour former :
- 5 i) une troisième composition comprenant ledit agent d'extraction organique et le chlorométhane (40); et
- ii) un courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf),
- c) récupération et séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et un courant comprenant le chlorométhane (40) ; de préférence le
- 10 courant comprenant ledit agent d'extraction organique est recyclé à l'étape a).

De préférence, le courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène formé à l'étape b) est récupéré. Ce courant peut être éventuellement purifié pour atteindre un degré de pureté adapté à des spécifications commerciales particulières.

Selon un mode de réalisation préféré, ladite première composition, ladite seconde

15 composition et ladite troisième composition comprennent également du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) ; l'étape c) étant la récupération et séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former d'une part un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et d'autre part un courant comprenant le chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E).

20 Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique est un solvant choisi parmi le groupe consistant en hydrocarbures, hydrohalocarbure, alcool, cétone, amine, ester, éther, aldéhyde, nitrile, carbonate, thioalkyle, amide et hétérocycle ; ou l'agent d'extraction organique est difluorodiethylsilane ou triethylfluorosilane ; de préférence parmi le groupe consistant en cétone, amine, ester, ether, alcool, hétérocycle et aldéhyde.

25 Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique peut avoir un point d'ébullition compris entre 10 et 150°C.

Selon un mode réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique a un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle

30 $\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P2 représente la pression de vapeur saturante du chlorométhane (40) ;

avantageusement le facteur de séparation est supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0.

Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique a une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1/(\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) ; avantageusement, la capacité d'absorption $C_{2,s}$ est supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,50, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,60, en particulier supérieure ou égale à 0,70, plus particulièrement supérieure ou égale à 0,80.

Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique peut être choisi de sorte à avoir également un facteur de séparation et une capacité d'absorption particulière vis-à-vis du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Ceci peut permettre de favoriser la séparation entre le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf) et le trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) si ce dernier est présent dans ladite première composition à purifier. Ainsi, ledit agent d'extraction organique a un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle

$\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P2 représente la pression de vapeur saturante du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E); avantageusement, le facteur de séparation est supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0 ;

et de préférence ledit agent d'extraction organique a une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1/(\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) ; avantageusement, la capacité d'absorption $C_{2,s}$ est supérieure ou égale à 0,40, de préférence

supérieure ou égale à 0,50, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,60, en particulier supérieure ou égale à 0,70, plus particulièrement supérieure ou égale à 0,80.

Selon un mode de réalisation préféré, ladite première composition est une composition azéotropique ou quasi-azéotropique comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E).

Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique est choisi parmi le groupe consistant méthylformate, -methoxy-1-propene, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, n-propylformate, 1,2-dimethoxyethane, isopropylacetate, 1-methoxy-2-propanamine, 2-methoxyethanamine, 2-methylbutanal, tert-butylacetate, ethylpropionate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 2-methoxy-1propanamine, trimethoxymethane, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, 2-ethoxyethanamine, sec-butylacetate, n-methyl-1,2-ethanediamine, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, butyronitrile, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1-(dimethylamino)-2-propanol, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-hexanone, n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 2-methylpyridine, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 2-(dimethylamino)-ethanol, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1,3-propanediamine, valeronitrile, 2,6-dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1-methoxy-2-acetoxypropane, 4-methylpyridine, 2,6-dimethylmorpholine, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, 1-propoxy-2-propanol ; avantageusement méthylformate, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, sec-butylacetate, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; de préférence méthylformate, propanone, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; en particulier méthylformate, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal.

Selon un mode de réalisation préféré, le courant comprenant le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène formé à l'étape b) est récupéré et est dépourvu de chlorométhane (40). Le terme

« dépourvu » signifie que le courant comprenant le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène comprend moins de 50 ppm, avantageusement moins de 20 ppm, de préférence moins de 10 ppm du composé considéré sur base du poids total du courant.

Selon un mode de réalisation préféré, le procédé peut comprendre également
5 préalablement à l'étape a) les étapes :

i') mise en œuvre ou fourniture d'une composition comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement des impuretés
10 lourdes et/ou trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E); de préférence mise en œuvre ou fourniture d'une composition comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) et optionnellement des impuretés lourdes ;

ii') distillation de ladite composition de l'étape i) pour éliminer en tête de colonne des
15 impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), et optionnellement ou non des impuretés lourdes et/ou trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E), récupéré en bas de colonne de distillation ; de préférence distillation de ladite composition de l'étape i) pour éliminer
20 en tête de colonne des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) et optionnellement ou non des impuretés lourdes, récupéré en bas de colonne de distillation ;

iii') optionnellement ou non, distillation dudit premier courant récupéré en bas de
25 colonne de distillation à l'étape ii') pour récupérer en tête de colonne un second courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) ; et en bas de colonne de distillation un courant comprenant les impuretés lourdes ; de préférence le second
30 courant comprend du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) ;

ledit premier courant récupéré à l'étape ii') ou ledit second courant récupéré à l'étape iii') correspond à ladite première composition mise en œuvre à l'étape a).

Selon un second aspect de la présente invention, un procédé de production et de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène est fourni. Ledit procédé comprend les étapes de :

- A) fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I) dans laquelle X et Y représentent indépendamment H, F, ou Cl et m = 0 ou 1 ;
- 5 et/ou fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) dans lequel X est indépendamment les uns des autres Cl, F, I ou Br ; Y est indépendamment les uns des autres H, Cl, F, I ou Br ; n est 1, 2 ou 3 ; et m est 0, 1 ou 2 ; et p est 0 ou 1 ;
- B) récupération d'un courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène,
- 10 chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;
- C) mise en œuvre du procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène selon la présente invention à partir du courant récupéré à l'étape B).

Selon un troisième aspect, la présente invention fournit une composition comprenant

15 du 2,3,3,3-tetrafluoropropène, un agent d'extraction organique, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; ledit agent d'extraction organique ayant un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur à 1,6, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle $\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tetrafluoropropène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, P1 représente la

20 pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tetrafluoropropène, $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, P2 représente la pression de vapeur saturante du chlorométhane (40) ; et de préférence ledit agent d'extraction organique a une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure à 0,8, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient

25 d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie ; et un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur à 1,6, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle $\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tetrafluoropropène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tetrafluoropropène, $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient

30 d'activité du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, P2 représente la pression de vapeur saturante du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; et de préférence ledit agent d'extraction organique a une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure à 0,8, ladite capacité d'absorption étant calculé par la

formule $C_{2,S} = 1/(\gamma_{2,S})$ dans laquelle $\gamma_{2,S}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie.

Selon un mode de réalisation préféré, dans ladite composition, l'agent d'extraction organique est sélectionné parmi le groupe consistant en méthylformate, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanol, isopropylformate, ethylacetate, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, sec-butylacetate, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; de préférence méthylformate, propanone, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; en particulier méthylformate, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal.

Selon un mode de réalisation préféré, ladite composition comprend entre 75 et 99,99 % en poids de 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, entre 0,01 et 25 % en poids de trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E), et moins de 1 % poids de chlorométhane (40) sur base du poids total de la composition.

Brève description des figures

Les figures 1a-c représentent schématiquement un dispositif mettant en œuvre un procédé de purification du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène selon un mode de réalisation particulier de la présente invention.

La figure 2 représente schématiquement un dispositif mettant en œuvre un procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène selon un mode de réalisation particulier de la présente invention.

Description détaillée de l'invention

Le terme « hydrocarbure » tel qu'utilisé ici se réfère à des composés linéaires ou branchés d'alcane en C_1 - C_{20} , cycloalcane en C_3 - C_{20} , alcène en C_2 - C_{20} , cycloalcène en C_3 - C_{20} , arène en C_6 - C_{18} . Par exemple, le terme alcane se réfère à des composés de formule C_nH_{2n+2} dans lequel

n est compris entre 1 et 20. Le terme alcane en C_1 - C_{20} englobe par exemple le pentane, hexane, heptane, octane, nonane, décane ou des isomères de ceux-ci. Le terme alcène en C_2 - C_{20} se réfère à des composés hydrocarbonés comprenant une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone et comprenant de 2 à 20 atomes de carbone. Le terme cycloalcane en C_3 - C_{20} se réfère à un cycle hydrocarboné saturé comprenant de 3 à 20 atomes de carbone. Le terme aryle en C_6 - C_{18} se réfère à des composés hydrocarbonés cycliques et aromatiques comprenant de 6 à 18 atomes de carbone. Le terme cycloalcène en C_3 - C_{20} se réfère à des composés hydrocarbonés cycliques comprenant de 3 à 20 atomes de carbone et comprenant une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone.

Le terme « alkyle » désigne un radical monovalent issu d'un alcane, linéaire ou branché, comprenant de 1 à 20 atomes de carbone. Le terme « cycloalkyle » désigne un radical monovalent issu d'un cycloalcane comprenant de 3 à 20 atomes de carbone. Le terme « aryle » désigne un radical monovalent issu d'un arène comprenant de 6 à 18 atomes de carbone. Le terme « alkényle » désigne un radical monovalent de 2 à 20 atomes de carbone et au moins une double liaison carbone-carbone. Le terme « alkynyle » désigne un radical monovalent de 2 à 20 atomes de carbone et au moins une triple liaison carbone-carbone. Le terme « halogène » se réfère à un groupement -F, -Cl, -Br ou -I. Le terme « cycloalkényle » se réfère à un radical monovalent issu d'un cycloalcène comprenant de 3 à 20 atomes de carbone. Les substituants alkyle en C_1 - C_{20} , alkényle en C_2 - C_{20} , alkynyle en C_2 - C_{20} , cycloalkyle en C_3 - C_{20} , cycloalkényle en C_3 - C_{20} , aryle en C_6 - C_{18} peuvent être substitués ou non par un ou plusieurs substituants -OH, halogène, $-NR^aC(O)R^b$, $-C(O)NR^aR^b$, -CN, $-NO_2$, $-NR^aR^b$, $-OR^a$, $-SR^a$, $-CO_2R^a$, $-OC(O)OR^a$, $-OC(O)R^a$, $-C(O)H$, $-C(O)R^a$ dans lequel R^a et R^b sont indépendamment l'un de l'autre hydrogène, alkyle en C_1 - C_{20} non substitué, alkényle en C_2 - C_{20} non substitué, alkynyle en C_2 - C_{20} non substitué, cycloalkyle en C_3 - C_{20} non substitué, cycloalkényle en C_3 - C_{20} non substitué, aryle en C_6 - C_{18} non substitué. Dans les substituants $-NR^aR^b$, $-NR^aC(O)R^b$, $-C(O)NR^aR^b$, R^a et R^b peuvent former avec l'atome d'azote ou avec le groupement fonctionnel auquel ils sont rattachés un hétérocycle saturé ou insaturé, aromatique ou non, comprenant de 4 à 10 chaînons.

Le terme « hydrohalocarbures » se réfère à des composés de formule R^aX dans laquelle R^a est sélectionné parmi alkyle en C_1 - C_{20} , alkényle en C_2 - C_{20} , alkynyle en C_2 - C_{20} , cycloalkyle en C_3 - C_{20} , cycloalkényle en C_3 - C_{20} , aryle en C_6 - C_{18} et X représente un atome de chlore, de fluor, de brome ou d'iode. Les substituants alkyle en C_1 - C_{20} , alkényle en C_2 - C_{20} , alkynyle en C_2 - C_{20} , cycloalkyle en C_3 - C_{20} , cycloalkényle en C_3 - C_{20} , aryle en C_6 - C_{18} peuvent être substitués ou non par un ou plusieurs substituants -OH, halogène, $-NR^aC(O)R^b$, $-C(O)NR^aR^b$, -CN, $-NO_2$, $-NR^aR^b$, $-OR^a$, -

SR^a , $-CO_2R^a$, $-OC(O)OR^a$, $-OC(O)R^a$, $-C(O)H$, $-C(O)R^a$ dans lequel R^a et R^b sont tels que définis ci-dessus.

Le terme « alcool » se réfère à des hydrocarbures ou hydrohalocarbures tels que définis ci-dessus dans lequel au moins un atome d'hydrogène est remplacé par un groupement hydroxyle $-OH$.

Le terme « cétone » se réfère à des hydrocarbures comprenant au moins un ou plusieurs groupements fonctionnels carbonyle $R^c-C(O)-R^d$ dans lequel R^c et R^d sont alkyle en C_1-C_{20} , alkenyle en C_2-C_{20} , alkynyle en C_2-C_{20} , cycloalkyle en C_3-C_{20} , cycloalkényle en C_3-C_{20} , aryle en C_6-C_{18} peuvent être substitués ou non par un ou plusieurs substituants $-OH$, halogène, $-NR^aC(O)R^b$, $-C(O)NR^aR^b$, $-CN$, $-NO_2$, $-NR^aR^b$, $-OR^a$, $-SR^a$, $-CO_2R^a$, $-OC(O)OR^a$, $-OC(O)R^a$, $-C(O)H$, $-C(O)R^a$ dans lequel R^a et R^b sont tels que définis ci-dessus, R^c et R^d pouvant être liés entre eux pour former avec le groupement carbonyle auquel ils sont rattachés une cétone cyclique comprenant de 4 à 10 chaînons, de préférence de 4 à 7 chaînons. La cétone cyclique peut également comprendre une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone. La cétone cyclique peut également être substituée ou non par un ou plusieurs substituants tels que définis ci-dessus.

Le terme « amine » se réfère à des hydrocarbures comprenant au moins un ou plusieurs groupements fonctionnels amine $-NR^cR^d$ dans lequel R^c et R^d sont tels que définis ci-dessus, R^c et R^d pouvant être liés entre eux pour former avec l'atome d'azote auquel ils sont rattachés un hétérocycle aromatique ou non comprenant de 4 à 10 chaînons.

Le terme « esters » se réfère à des composés de formule $R^c-C(O)-O-R^d$ dans lequel R^c et R^d sont tels que définis ci-dessus, R^c et R^d pouvant être liés entre eux pour former avec le groupement ester un cycle comprenant de 4 à 20 atomes de carbone.

Le terme « éther » se réfère à des composés de formule R^c-O-R^d dans lequel R^c et R^d sont tels que définis ci-dessus, R^c et R^d pouvant être liés entre eux pour former avec l'atome d'oxygène auquel ils sont rattachés un hétérocycle comprenant de 4 à 20 atomes de carbone.

Le terme « aldéhyde » se réfère à des composés comprenant au moins un ou plusieurs groupements fonctionnels $-C(O)-H$.

Le terme « nitrile » se réfère à des composés comprenant au moins un ou plusieurs groupements fonctionnels $-CN$.

Le terme « carbonate » se réfère à des composés de formule $R^c-O-C(O)-O-R^d$ dans lequel R^c et R^d sont tels que définis ci-dessus.

Le terme « thioalkyle » concerne des composés de formule R^cSR^d dans laquelle R^c et R^d sont tels que définis ci-dessus.

Le terme « amide » concerne des composés de formule $R^cC(O)NR^eR^d$ dans laquelle R^c et R^d sont tels que définis ci-dessus, R^e étant défini comme R^c ; R^c et R^d pouvant être liés entre eux pour former avec le groupement amide $-C(O)N-$ auquel ils sont rattachés une amide cyclique comprenant de 4 à 10 chaînons, de préférence de 4 à 7 chaînons. L'amide cyclique peut également comprendre une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone. L'amide cyclique peut également être substituée ou non par un ou plusieurs substituants tels que définis ci-dessus.

Le terme « hétérocycle » désigne un cycle carboné comprenant de 4 à 10 chaînons dont au moins un des chaînons est un hétéroatome sélectionné parmi le groupe consistant en O, S, P et N. L'hétérocycle peut comprendre un ou plusieurs double liaison carbone-carbone ou une ou plusieurs double liaison carbone-hétéroatome ou une ou plusieurs double liaison hétéroatome-hétéroatome. De préférence, l'hétérocycle peut comprendre 1, 2, 3, 4 ou 5 hétéroatomes tel que défini ci-dessus. En particulier, l'hétérocycle peut comprendre 1, 2 ou 3 hétéroatomes sélectionnés parmi l'oxygène, l'azote ou le soufre. De préférence, l'hétérocycle peut être un cycle carboné comprenant de 4 à 6 chaînons dont 1, 2 ou 3 chaînons sont des hétéroatomes sélectionnés parmi O ou N. L'hétérocycle peut être ou non substitué par un ou plusieurs substituants choisis parmi -OH, halogène, $-NR^aC(O)R^b$, $-C(O)NR^aR^b$, -CN, $-NO_2$, $-NR^aR^b$, $-OR^a$, $-SR^a$, $-CO_2R^a$, $-OC(O)OR^a$, $-OC(O)R^a$, $-C(O)H$, $-C(O)R^a$ dans lequel R^a et R^b sont tels que définis ci-dessus.

Le terme « composition azéotropique » désigne un mélange liquide de deux ou plusieurs composés se comportant comme une substance unique, et qui bout à température fixe en gardant une composition en phase liquide identique à celle de la phase gaz. Le terme « composition quasi-azéotropique » désigne un mélange liquide de deux ou plusieurs composés ayant un point d'ébullition constant ou qui a tendance à ne pas se fractionner lorsqu'il est soumis à l'ébullition ou l'évaporation.

Selon un premier aspect, l'invention se rapporte à un procédé de purification du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf). Le procédé de purification est effectué à partir d'une première composition comprenant du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène et chlorométhane (40).

De préférence, ledit procédé comprend les étapes de :

- a) mise en contact de ladite première composition avec au moins un agent d'extraction organique pour former une seconde composition ;
- b) distillation extractive de ladite seconde composition pour former :
 - i) une troisième composition comprenant ledit agent d'extraction organique et le chlorométhane (40); et

- ii) un courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,
- c) récupération et séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et un courant comprenant le chlorométhane (40).

5 Selon un mode de réalisation préféré, le courant comprenant ledit agent d'extraction organique est recyclé à l'étape a) du présent procédé.

Selon un mode de réalisation préféré, ladite première composition peut comprendre du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Ainsi, ladite seconde composition peut comprendre du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Ladite troisième composition
10 peut ainsi comprendre du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Avantageusement, l'étape c) du présent procédé peut consister en la récupération et la séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former d'une part un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et d'autre part un courant comprenant le chlorométhane (40) et le trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E).

15 Ainsi le présent procédé peut être un procédé de purification du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf) à partir d'une première composition comprenant du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E), ledit procédé comprenant les étapes de:

- a) mise en contact de ladite première composition avec au moins un agent
20 d'extraction organique pour former une seconde composition ;
- b) distillation extractive de ladite seconde composition pour former :
 - i) une troisième composition comprenant ledit agent d'extraction organique, trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) et le chlorométhane (40); et
 - 25 ii) un courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf),
- c) récupération et séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former d'une part un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et d'autre part un courant comprenant le chlorométhane (40) et le trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E); de
30 préférence le courant comprenant ledit agent d'extraction organique est recyclé à l'étape a).

Ladite première composition peut comprendre entre 75 et 99,99 % en poids de 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène sur base du poids total de la première composition, avantageusement

entre 80 et 99,9% en poids, de préférence entre 85 et 99,8% et en particulier entre 90 et 99,5% en poids de 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène sur base du poids total de la première composition.

Lorsqu'elle en contient, ladite première composition peut comprendre moins de 1 % poids de chlorométhane (40) sur base du poids total de la première composition, 5
avantageusement entre 1 et 5000 ppm poids, de préférence entre 1 et 2000 ppm et en particulier entre 10 et 1500 ppm en poids de chlorométhane (40) sur base du poids total de la première composition.

Lorsqu'elle en contient, ladite première composition peut comprendre entre 0,01 et 25 % en poids de trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) sur base du poids total de la 10
première composition, avantageusement entre 0.1 et 20% en poids, de préférence entre 0.2 et 15% en poids, en particulier entre 0.5 et 10% en poids, plus particulièrement entre 3 et 10% en poids de trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) sur base du poids total de la première composition.

Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique peut être un 15
solvant choisi parmi le groupe consistant en hydrocarbures, hydrohalocarbure, alcool, cétone, amine, ester, éther, aldéhyde, nitrile, carbonate, thioalkyle, amide et hétérocycle. Alternativement, l'agent d'extraction organique peut être difluorodiethylsilane ou triethylfluorosilane. De préférence, ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné parmi le groupe consistant en cétone, amine, ester, éther, alcool, hétérocycle et aldéhyde. De 20
préférence, l'hétérocycle peut être un cycle carboné comprenant de 4 à 6 chaînons dont 1, 2 ou 3 chaînons sont des hétéroatomes sélectionnés parmi O ou N, de préférence O.

Lorsque la première composition contient du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E), l'agent d'extraction organique peut être choisi pour permettre la séparation entre celui-ci et le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf). Ainsi, le présent procédé peut permettre la 25
séparation entre d'une part le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf) et d'autre part le chlorométhane (40) et le trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E).

De préférence, les hydrocarbures sont sélectionnés parmi le groupe consistant en 2,2-dimethylbutane, 3-methylpentane, 2,4-dimethylpentane, cyclohexane, cyclohexene, methylcyclohexane, 2,4,4-trimethyl-1-pentene, 2,2,4-trimethyl-2-pentene, 1- 30
methylcyclohexene, toluene, 2,3-dimethylhexane, ethylcyclohexane, ethylbenzene, 1,4-dimethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,2,3-trimethylcyclohexane, 1,2-dimethylbenzene, styrene.

De préférence, les hydrohalocarbures sont sélectionnés parmi le groupe consistant en chloroethane, bromofluoromethane, 1-bromo-1,2-difluoroethylene, trichlorofluoromethane, 1-chloro-1,1-difluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-bromoethane, 1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,1,2-trifluoroethane, 1,1-dichloroethylene, 2-chloro-2-fluoropropane, 1-chloro-2,2-difluoroethane, 2-chloropropane, bromoethane, 2-chloro-1,1,1,3,3-pentafluoropropane, 1-chloro-1,2,2-trifluoropropane, iodomethane, 3-chloropropene, 3-chloro-1,1,1-trifluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,2-difluoroethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,1,3,3,3-pentafluoropropane, 1-chloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylpropane, 3-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,1,2,3,3-pentafluoropropane, 1,2-dichloro-3,3,3-trifluoropropene, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoropropane, 2,2-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1-chloro-2,2-difluoropropane, 1,1-dichloroethane, 2-bromopropane, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethane, 2,2-dichloro-1,1,3,3-tetrafluoropropane, 2,3-dichloro-1,1,1,2-tetrafluoropropane, 1,1-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2-difluoroethane, 1,2-dichloro-1,2,3,3-tetrafluoropropane, chlorobromomethane, 2-chlorobutane, 1,3-dichloro-1,1,3,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,2-dichloro-1,1,2,3-tetrafluoropropane, 3-bromopropene, 2,3-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1,1-dichloro-2-fluoroethane, 1-bromopropane, 1,1-difluoro-1,2,2-trichloroethane, 1,1,2-trichloro-1,2-difluoroethane, iodoethane, 2-bromo-2-methylpropane, 1,2-dichloro-1-fluoroethane, 1,1,1-trichloroethane, 1-chloro-3-fluoropropane, 2,3-dichloro-1,1,1-trifluoropropane, tetrachloromethane, 1-chlorobutane, 1,3-dichloro-1,1,2-trifluoropropane, 1,1-dichloro-2,2,3-trifluoropropane, 1,3,3-trichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylbutane, 1,2-dichloroethane, 1,1,1-trichloro-2,2,3,3-tetrafluoropropane, 1,1,3-trichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,2,2-trifluoropropane, trichloroethene, 1,1-dichloropropane, 1,2-dichloro-2-fluoropropane, 2-iodopropane, dichlorobromomethane, 2-bromobutane, 2,2-difluorotetrachloroethane, 1,1,2,2-tetrachloro-1,2-difluoro-ethane, 1-fluorohexane, 1,3-dichloro-1,2,3-trifluoropropane, 2,3-dichloro-1-propene, 3-chloropentane, trichloroacetaldehyde, isoamylchloride, 1,1,1-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-chloro-4-fluorobutane, 1-bromo-3-fluoropropane, 1-bromobutane, 1,1,2-trichloro-2-fluoroethane, 1-iodopropane, 1,1,3-trichloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,1,3-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, cis-1,3-dichloropropene, 2,2-dichlorobutane, bromotrichloromethane, 1,1,1,2-tetrachloro-2-fluoroethane, 1-bromo-2-chloroethane, 2-bromo-2-methylbutane, trans-1,3-dichloropropene,

2-fluorotoluene, 1,1,2-trichloroethane, 1,1,1-trichloro-3-fluoropropane, 3,3,3-trichloro-1-propene, 1-chloro-3,3-dimethylbutane, 1,1,1,2-tetrachloro-3,3,3-trifluoropropane, 2-bromopentane, trichloroacetylchloride, 2,3-dichlorobutane, 1,1,3,3-tetrachloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,1,1,3-tetrachloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-bromo-3-methylbutane, 1,3-dichloro-trans-2-butene, 1,3-dichloropropane, tetrachloroethene, 1,2-dibromo-1-fluoroethane, 1,2,2-trichloropropane, 1,2-dichlorobutane, 1,2,2,3-tetrachloro-3,3-difluoropropane, 2,3-dichloro-2-methylbutane, 1-bromopentane, 1,2-dichloro-2-butene, 1-iodobutane, 1,2-dibromoethane, chlorobenzene, 1,1,2-trichloropropane, 1,3-dichlorobutane, pentachlorofluoroethane, 1,2-dibromopropane, 1,2,3-trichloropropane, 1-chloro-3-bromopropane, 1,1,3,3-tetrachloro-1-fluoropropane, 1,1,2,2,3-pentachloro-3,3-difluoropropane, 1,1,2,2-tetrachloroethane, 1,2-dichloropentane, tribromomethane.

De préférence, les alcools sont sélectionnés parmi le groupe consistant en 2,2,2-trifluoroethanol, 1,1,1-trifluoro-2-propanol, tert-butanol, 2,2-difluoroethanol, 2-allyloxyethanol, 2-methyl-2-butanol, 2,2,3,3-tetrafluoro-1-propanol, 2,2-dimethyl-1-propanol, 1-methoxy-2-propanol, 1-(diméthylamino)-2-propanol, 3-méthyl-3-pentanol, 1-chloro-2-méthyl-2-propanol, 4,4,4-trifluorobutanol, 3-fluoropropanol, 2-chloroethanol, 2-méthoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, 4-méthyl-2-pentanol, 1,2-octanediol, 2-chloro-1-propanol, 2-(diméthylamino)-ethanol, 3-hexanol, 2-hexanol, 2-ethoxy-1-propanol, 3,3,4,4,5,5,6,6-octafluoro-1-pentanol, 2,3-diméthylbutanol, 2-éthyl-1-butanol, 2-méthyl-1-pentanol, 2-propoxyethanol, 1-propoxy-2-propanol, 2-aminophenol.

De préférence, les cétones sont sélectionnées parmi le groupe consistant en propanone, butanone, 3-pentanone, 2-pentanone, 3,3-diméthyl-2-butanone, 4-méthyl-2-pentanone, 2-hexanone, 5-hexen-2-one, 4-méthyl-2-hexanone.

De préférence, les amines sont sélectionnées parmi le groupe consistant en Ethylamine, isopropylamine, ethylmethylaniline, 2-amino-2-méthylpropane, n-propylamine, isopropylmethylaniline, diethylamine, 2-butanamine, n-méthylpropylamine, 1-butylamine, diisopropylamine, 3-méthyl-2-butanamine, 3-pentylamine, n-méthylbutylamine, 1-méthoxy-2-propanamine, 2-méthoxyethanamine, 2-méthoxy-1propanamine, n-pentylamine, n-méthylhydroxylamine, dipropylamine, 2-ethoxyethanamine, n-méthyl-1,2-ethanediamine, pyridine, 1,2-diaminoethane, 1,2-propanediamine, 2-éthylbutylamine, n-éthylethylenediamine, 1,1-diethoxy-n,n-diméthylmethanamine, 2-méthylpyridine, 4-méthyl-2-hexanamine, hexylamine, cyclohexylamine, n-éthyl-2-diméthylaminoethylamine, 1,3-propanediamine, 2-

heptanamine, n,n-diethylethylenediamine, 2,6-dimethylpyridine, 4-methylpyridine, n,n'-diethyl-1,2-ethanediamine, dimethylethanolamine.

De préférence, les esters sont sélectionnés parmi le groupe consistant Methylformate, methylacetate, isopropylformate, ethylacetate, n-propylformate, isopropylacetate, tert-
 5 butylacetate, ethylpropionate, sec-butylacetate, diethylcarbonate, n-butylacetate, bromoaceticacidmethylester, methylhexanoate.

De préférence, les éthers sont sélectionnés parmi le groupe consistant en 2,2,2-trifluoroethylmethylether, 1,1,2,2-tetrafluoroethylmethylether, 2-methoxy-1-propene, diethylether, ethoxy-ethene, dimethoxymethane, methylcyclopropylether, 2-ethoxy-propane,
 10 methyl-t-butylether, ethyl1,1,2,2-tetrafluoroethylether, chloromethoxymethane, diisopropylether, 2-ethoxy-2-methyl-propane, 2-ethoxy-butane, 1-methoxy-2-methyl-butane, 2,2-dimethoxypropane, 1-ethoxy-2-methylpropane, 1,2-dimethoxyethane, diethoxymethane, di-n-propylether, 1-ethoxybutane, 1-methoxy-pentane, 1,2-dimethoxypropane, isopropyl-isobutyl-ether, 1,1-diethoxyethane, trimethoxymethane, 1,1-dichloro-2,2-
 15 difluoroethylmethylether, 2,2-diethoxypropane, isobutyl-tert-butylether, sec-butyl-tert-butylether, 1,1-diethoxypropane, 2-methoxyethanol, 2-chloro-1,1-dimethoxyethane, methoxycyclohexane, ethoxyethanol, di-n-butylether, 1-ethoxy-hexane, 1-methoxy-2-acetoxypropane, 1,1,1-triethoxyethane.

De préférence, les aldéhydes sont sélectionnés parmi le groupe consistant en
 20 acetaldehyde, ethanedial, isobutanal, methylglyoxal, 2-methylbutanal, 2,6-dimethyl-5-heptenal, hexanal.

De préférence, les nitriles sont sélectionnés parmi le groupe consistant en propionitrile, butyronitrile, valeronitrile, (methyleneamino)acetonitrile.

De préférence, le carbonate est le diéthylcarbonate.

25 De préférence, l'amide est l'éthanethioamide.

De préférence, les thioalkyles sont sélectionnés parmi le groupe consistant en éthanethiol, dimethylsulfide, 2-propanethiol, 4-methoxy-2-methyl-2-butanethiol, tert-butylthiol, 1-propanethiol, thiophene, 2-butanethiol, 2-methyl-1-propanethiol, diethylsulfide, butanethiol, 3, mercapto-1,2-propanediol, tetrahydrothiophene, 1-pentanethiol.

30 De préférence, les hétérocycles sont choisis parmi le groupe consistant en furane, 1,2-epoxypropane, dioxane, 1,3-dioxane, piperidine, 1,3,5-trioxane, n-methylmorpholine, 2-methylpyrazine, 1-methylpiperazine, n-ethyl-morpholine, 2,6-dimethylmorpholine, 3-furfural.

Ledit agent d'extraction organique peut être chloroéthane, ethylamine, bromofluoromethane, 1-bromo-1,2-difluoroethylene, acetaldehyde, trichlorofluoromethane, 1-chloro-1,1-difluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-bromoethane, 1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,1,2-trifluoroethane, 2,2,2-trifluoroethylmethylether, 1,1-dichloroethylene, furane, methylformate, isopropylamine, 1,1,2,2-tetrafluoroethylmethylether, 2-methoxy-1-propene, diethylether, 1,2-epoxypropane, ethanethiol, 2-chloro-2-fluoropropane, ethoxyethene, 1-chloro-2,2-difluoroethane, ethylmethylamine, dimethylsulfide, 2-chloropropane, bromoethane, dimethoxymethane, 2-chloro-1,1,1,3,3-pentafluoropropane, 1-chloro-1,2,2-trifluoropropane, iodomethane, 2-amino-2-methylpropane, methylcyclopropylether, 3-chloropropene, 3-chloro-1,1,1-trifluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,2-difluoroethane, n-propylamine, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane, 2,2-dimethylbutane, isopropylmethylamine, ethanedial, 1,2-dichloro-1,1,3,3,3-pentafluoropropane, 1-chloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylpropane, 3-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-propanethiol, 1,3-dichloro-1,1,2,3,3-pentafluoropropane, 1,2-dichloro-3,3,3-trifluoropropene, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoropropane, 2-ethoxy-propane, 2,2-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1-chloro-2,2-difluoropropane, methyl-t-butylether, diethylamine, propanone, methylacetate, 1,1-dichloroethane, ethyl1,1,2,2-tetrafluoroethylether, 4-methoxy-2-methyl-2-butanethiol, 2-bromopropane, chloromethoxymethane, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethane, 2,2-dichloro-1,1,3,3-tetrafluoropropane, difluorodiethylsilane, 2-butanamine, 2,3-dichloro-1,1,1,2-tetrafluoropropane, n-methylpropylamine, 3-methylpentane, 1,1-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, tert-butylthiol, isobutanal, 1,3-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2-difluoroethane, 1,2-dichloro-1,2,3,3-tetrafluoropropane, 1-propanethiol, chlorobromomethane, 2-chlorobutane, isopropylformate, diisopropylether, 1,3-dichloro-1,1,3,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,2-dichloro-1,1,2,3-tetrafluoropropane, 3-bromopropene, 2,3-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1,1-dichloro-2-fluoroethane, 1-bromopropane, 1,1-difluoro-1,2,2-trichloroethane, 1,1,2-trichloro-1,2-difluoroethane, methylglyoxal, iodoethane, 2-ethoxy-2-methyl-propane, 2-bromo-2-methylpropane, 1,2-dichloro-1-fluoroethane, 1,1,1-trichloroethane, 2,2,2-trifluoroethanol, 1-chloro-3-fluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-propanol, 2,3-dichloro-1,1,1-trifluoropropane, ethylacetate, 1-butylamine, 1-chlorobutane, butanone, 2,4-dimethylpentane, cyclohexane, n-propylformate, 2-ethoxy-butane, 2-propanol, tert-butanol, 1,3-dichloro-1,1,2-trifluoropropane, 1-methoxy-2-methyl-butane, 1,1-dichloro-2,2,3-trifluoropropane, cyclohexene, 2,2-

dimethoxypropane, 1,3,3-trichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylbutane, 1,2-dichloroethane, 1-ethoxy-2-methylpropane, diisopropylamine, thiophene, 2-butanethiol, 1,1,1-trichloro-2,2,3,3-tetrafluoropropane, 1,2-dimethoxyethane, 3-methyl-2-butanamine, 1,1,3-trichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,2,2-trifluoropropane, diethoxymethane,

5 1,1-dichloropropane, 2-methyl-1-propanethiol, 1,2-dichloro-2-fluoropropane, isopropylacetate, 2-iodopropane, di-n-propylether, 3-pentylamine, n-methylbutylamine, 2-bromobutane, 2,2-difluorotetrachloroethane, diethylsulfide, 1-ethoxybutane, 1,1,2,2-tetrachloro-1,2-difluoroethane, 1-fluorohexane, 1-methoxy-2-propanamine, 1,3-dichloro-1,2,3-trifluoropropane, 2,3-dichloro-1-propene, 2-methoxyethanamine, 2,2-difluoroethanol, 2-methylbutanal, tert-

10 butylacetate, propionitrile, 3-chloropentane, trichloroacetaldehyde, 2-allyloxyethanol, butanethiol, isoamylchloride, 1-methoxy-pentane, ethylpropionate, 1,2-dimethoxypropane, isopropyl, isobutyl-ether, 1,1,1-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, methylcyclohexane, 1-chloro-4-fluorobutane, 1-bromo-3-fluoropropane, 2,4,4-trimethyl-1-pentene, dioxane, 1-bromobutane, 3-pentanone, 1,1,2-trichloro-2-fluoroethane, 1,1-diethoxyethane, 2-pentanone,

15 2-methyl-2-butanol, 1-iodopropane, 2-methoxy-1propanamine, 1,1,3-trichloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,1,3-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, trimethoxymethane, cis-1,3-dichloropropene, 2,2-dichlorobutane, n-pentylamine, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethylmethylether, 2,2,4-trimethyl-2-pentene, 1,1,1,2-tetrachloro-2-fluoroethane, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, piperidine, 1-bromo-2-chloroethane, 2-bromo-2-

20 methylbutane, dipropylamine, 2,2,3,3-tetrafluoro-1-propanol, 2-ethoxyethanamine, triethylfluorosilane, 1-methylcyclohexene, toluene, trans-1,3-dichloropropene, sec-butylacetate, 2-fluorotoluene, 2,2-dimethyl-1-propanol, 1,1,1-trichloro-3-fluoropropane, n-methyl-1,2-ethanediamine, 2,2-diethoxypropane, 1,3,5-trioxane, 3,3,3-trichloro-1-propene, 1-chloro-3,3-dimethylbutane, pyridine, 2,3-dimethylhexane, 1,1,1,2-tetrachloro-3,3,3-

25 trifluoropropane, n-methylmorpholine, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, isobutyl-tert-butylether, 2-bromopentane, butyronitrile, 2,3-dichlorobutane, sec-butyl-tert-butylether, 1-methoxy-2-propanol, 1,1,3,3-tetrachloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,2-propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1,1,1,3-tetrachloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-bromo-3-methylbutane, 1,3-dichloro-trans-2-butene, 1,3-dichloropropane, 1-(dimethylamino)-2-propanol,

30 tetrahydrothiophene, 3-methyl-3-pentanol, 1,2-dibromo-1-fluoroethane, 1,1-diethoxypropane, 1,2,2-trichloropropane, 1-chloro-2-methyl-2-propanol, 2-methoxyethanol, 1,2-dichlorobutane, 4,4,4-trifluorobutanol, 2-ethylbutylamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 1-pentanethiol, 1,2,2,3-tetrachloro-3,3-difluoropropane, 2-chloro-1,1-dimethoxyethane, 2-hexanone, n-

ethylethylenediamine, 3-fluoropropanol, 5-hexen-2-one, 2,3-dichloro-2-methylbutane, 1,1-diethoxy-n,n-dimethylmethanamine, 2-methylpyridine, 1-bromopentane, 2-methoxy-1-propanol, 1,2-dichloro-2-butene, 1-iodobutane, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 4-methyl-2-pentanol, 1,2-dibromoethane, chlorobenzene, ethylcyclohexane, bromoacetic acid methyl ester, 5 1,1,2-trichloropropane, 1,2-octanediol, 4-methyl-2-hexanamine, hexylamine, 2-chloro-1-propanol, methoxycyclohexane, 2-(dimethylamino)-ethanol, 1,3-dichlorobutane, cyclohexylamine, n-ethyl-2-dimethylaminoethylamine, ethoxyethanol, 3-hexanol, 2-hexanol, ethylbenzene, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1-methylpiperazine, n-ethylmorpholine, 1,4-dimethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,3-propanediamine, di-n-butylether, 10 3,3,4,4,5,5,6,6-octafluoro-1-pentanol, valeronitrile, (methyleneamino)acetonitrile, 1,2-dibromopropane, 2-heptanamine, 1,2,3-trichloropropene, 1,2,3-trimethylcyclohexane, 2,3-dimethylbutanol, 1-ethoxy-hexane, 1-chloro-3-bromopropane, 3-furfural, n,n-diethylethylenediamine, 2,6-dimethylpyridine, 1,1,3,3-tetrachloro-1-fluoropropane, 4-methyl-2-hexanone, 1,2-dimethylbenzene, 1,1,2,2,3-pentachloro-3,3-difluoropropane, 1-methoxy-2-15 acetoxyp propane, 1,1,1-triethoxyethane, styrene, 4-methylpyridine, n,n'-diethyl-1,2-ethanediamine, 2,6-dimethylmorpholine, 2-ethyl-1-butanol, 1,2-dichloropentane, 2-methyl-1-pentanol, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, dimethylethanolamine, 1-propoxy-2-propanol.

Avantageusement, ledit agent d'extraction organique peut être Chloroethane, ethylamine, bromofluoromethane, 1-bromo-1,2-difluoroethylene, acetaldehyde, 1-chloro-1,1-20 difluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-bromoethane, 1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,1,2-trifluoroethane, furane, methylformate, isopropylamine, 2-methoxy-1-propene, diethylether, 1,2-epoxypropane, ethanethiol, 2-chloro-2-fluoropropane, ethoxy-ethene, 1-chloro-2,2-difluoroethane, dimethylsulfide, 2-chloropropane, bromoethane, dimethoxymethane, 1-chloro-1,2,2-trifluoropropane, 2-amino-2-methylpropane, 25 methylcyclopropylether, 3-chloropropene, 3-chloro-1,1,1-trifluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,2-difluoroethane, n-propylamine, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane, ethanedial, 1-chloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylpropane, 3-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-propanethiol, 1,2-dichloro-3,3,3-trifluoropropene, 2-ethoxy-propane, 2,2-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1-30 chloro-2,2-difluoropropane, methyl-t-butylether, propanone, methylacetate, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethylether, 4-methoxy-2-methyl-2-butanethiol, 2-bromopropane, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethane, 2,2-dichloro-1,1,3,3-tetrafluoropropane, difluorodiethylsilane, 2-butanamine, 2,3-dichloro-1,1,1,2-tetrafluoropropane, 1,1-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, tert-

butylthiol, isobutanal, 1,3-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2-difluoroethane, 1,2-dichloro-1,2,3,3-tetrafluoropropane, 1-propanethiol, 2-chlorobutane, isopropylformate, diisopropylether, 1,3-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,2-dichloro-1,1,2,3-tetrafluoropropane, 2,3-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1-bromopropane, 1,1-difluoro-1,2,2-trichloroethane, 1,1,2-trichloro-1,2-difluoroethane, methylglyoxal, 2-ethoxy-2-methyl-propane, 2-bromo-2-methylpropane, 1-chloro-3-fluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-propanol, 2,3-dichloro-1,1,1-trifluoropropane, ethylacetate, 1-butylamine, 1-chlorobutane, butanone, n-propylformate, 2-ethoxy-butane, 2-propanol, tert-butanol, 1,3-dichloro-1,1,2-trifluoropropane, 1-methoxy-2-methyl-butane, 1,1-dichloro-2,2,3-trifluoropropane, cyclohexene, 2,2-dimethoxypropane, 1,3,3-trichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylbutane, 1-ethoxy-2-methylpropane, 2-butanethiol, 1,1,1-trichloro-2,2,3,3-tetrafluoropropane, 1,2-dimethoxyethane, 3-methyl-2-butanamine, 1,1,3-trichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,2,2-trifluoropropane, diethoxymethane, 2-methyl-1-propanethiol, isopropylacetate, 2-iodopropane, di-n-propylether, 3-pentylamine, n-methylbutylamine, 2-bromobutane, diethylsulfide, 1-ethoxybutane, 1-fluorohexane, 1-methoxy-2-propanamine, 1,3-dichloro-1,2,3-trifluoropropane, 2-methoxyethanamine, 2-methylbutanal, propanol, tert-butylacetate, propionitrile, 3-chloropentane, 2-allyloxyethanol, butanethiol, isoamylchloride, 1-methoxy-pentane, ethylpropionate, 1,2-dimethoxypropane, isopropyl-isobutyl-ether, 1,1,1-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-chloro-4-fluorobutane, 1-bromo-3-fluoropropane, 2,4,4-trimethyl-1-pentene, dioxane, 1-bromobutane, 3-pentanone, 1,1-diethoxyethane, 2-pentanone, 2-methyl-2-butanol, 2-methoxy-1-propanamine, 1,1,3-trichloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,1,3-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, trimethoxymethane, n-pentylamine, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethylmethylether, 2,2,4-trimethyl-2-pentene, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, piperidine, 2-bromo-2-methylbutane, dipropylamine, 2,2,3,3-tetrafluoro-1-propanol, 2-ethoxyethanamine, triethylfluorosilane, 1-methylcyclohexene, toluene, sec-butylacetate, 2-fluorotoluene, 2,2-dimethyl-1-propanol, n-methyl-1,2-ethanediamine, 2,2-diethoxypropane, 1,3,5-trioxane, 1-chloro-3,3-dimethylbutane, pyridine, 1,1,1,2-tetrachloro-3,3,3-trifluoropropane, n-methylmorpholine, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, isobutyl-tert-butylether, 2-bromopentane, butyronitrile, sec-butyl-tert-butylether, 1-methoxy-2-propanol, 1,1,3,3-tetrachloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,2-propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1,1,1,3-tetrachloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-bromo-3-methylbutane, 1-(dimethylamino)-2-propanol, tetrahydrothiophene, 3-methyl-3-pentanol, 1,1-diethoxypropane, 2-methoxyethanol, 4,4,4-trifluorobutanol, 2-ethylbutylamine,

diethylcarbonate, n-butylacetate, 1-pentanethiol, 2-chloro-1,1-dimethoxyethane, 2-hexanone, n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 1,1-diethoxy-n,n-dimethylmethanamine, 2-methylpyridine, 1-bromopentane, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 4-methyl-2-pentanol, 1,2-octanediol, 4-methyl-2-hexanamine, hexylamine, methoxycyclohexane, 5 2-(dimethylamino)-ethanol, cyclohexylamine, n-ethyl-2-dimethylaminoethylamine, ethoxyethanol, 3-hexanol, 2-hexanol, ethylbenzene, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1-methylpiperazine, n-ethyl-morpholine, 1,4-dimethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,3-propanediamine, di-n-butylether, valeronitrile, (methyleneamino)acetonitrile, 2-heptanamine, 2,3-dimethylbutanol, 1-ethoxy-hexane, 3-furfural, n,n-diethylethylenediamine, 2,6-10 dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1,2-dimethylbenzene, 1-methoxy-2-acetoxypropane, 1,1,1-triethoxyethane, styrene, 4-methylpyridine, n,n'-diethyl-1,2-ethanediamine, 2,6-dimethylmorpholine, 2-ethyl-1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, dimethylethanolamine, 1-propoxy-2-propanol.

De préférence, ledit agent d'extraction organique peut être Acetaldehyde, 15 methylformate, 2-methoxy-1-propene, 1,2-epoxypropane, ethoxy-ethene, dimethoxymethane, 1-chloro-1,2,2-trifluoropropane, 3-chloro-1,1,1-trifluoropropane, ethanedial, 1-chloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 3-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, propanone, methylacetate, 4-methoxy-2-methyl-2-butanethiol, difluorodiethylsilane, isobutanol, isopropylformate, methylglyoxal, 2,3-dichloro-1,1,1-trifluoropropane, ethylacetate, 20 butanone, n-propylformate, 1,3-dichloro-1,1,2-trifluoropropane, 1-methoxy-2-methyl-butane, 1,1-dichloro-2,2,3-trifluoropropane, 1,2-dimethoxyethane, 3-methyl-2-butanamine, 1,3-dichloro-1,2,2-trifluoropropane, diethoxymethane, isopropylacetate, diethylsulfide, 1-fluorohexane, 1-methoxy-2-propanamine, 1,3-dichloro-1,2,3-trifluoropropane, 2-methoxyethanamine, 2-methylbutanal, tert-butylacetate, propionitrile, 2-allyloxyethanol, 1-25 methoxy-pentane, ethylpropionate, 1,2-dimethoxypropane, dioxane, 3-pentanone, 1,1-diethoxyethane, 2-pentanone, 2-methoxy-1-propanamine, trimethoxymethane, n-pentylamine, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, 2-ethoxyethanamine, triethylfluorosilane, sec-butylacetate, n-methyl-1,2-ethanediamine, 2,2-diethoxypropane, pyridine, n-methylmorpholine, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, isobutyl-tert-butylether, 30 butyronitrile, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1-(dimethylamino)-2-propanol, 3-methyl-3-pentanol, 1,1-diethoxypropane, 2-ethylbutylamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-hexanone, n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 1,1-diethoxy-n,n-dimethylmethanamine, 2-methylpyridine, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-

propanol, hexanal, 4-methyl-2-hexanamine, hexylamine, methoxycyclohexane, 2-(dimethylamino)-ethanol, cyclohexylamine, ethoxyethanol, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1-methylpiperazine, n-ethyl-morpholine, 1,3-propanediamine, di-n-butylether, valeronitrile, 2-heptanamine, 1-ethoxy-hexane, 2,6-dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1-methoxy-2-acetoxyp propane, 1,1,1-triethoxyethane, 4-methylpyridine, 2,6-dimethylmorpholine, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, 1-propoxy-2-propanol.

En particulier, ledit agent d'extraction organique peut être methylformate, -methoxy-1-propene, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, n-propylformate, 1,2-dimethoxyethane, isopropylacetate, 1-methoxy-2-propanamine, 2-methoxyethanamine, 2-methylbutanal, tert-butylacetate, ethylpropionate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 2-methoxy-1propanamine, trimethoxymethane, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, 2-ethoxyethanamine, sec-butylacetate, n-methyl-1,2-ethanediamine, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, butyronitrile, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1-(dimethylamino)-2-propanol, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-hexanone, n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 2-methylpyridine, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 2-(dimethylamino)-ethanol, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1,3-propanediamine, valeronitrile, 2,6-dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1-methoxy-2-acetoxyp propane, 4-methylpyridine, 2,6-dimethylmorpholine, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, 1-propoxy-2-propanol.

Selon un mode de réalisation particulier, pour permettre une séparation optimale entre le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et une troisième composition comprenant l'agent d'extraction organique, le chlorométhane (40) et le trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), l'agent d'extraction organique peut être methylformate, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, sec-butylacetate, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal.

Ainsi, le chlorométhane et le trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène peuvent être séparés du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène.

L'agent d'extraction organique à utiliser peut être sélectionné en fonction des composés présents dans ladite première composition. Ainsi, l'agent d'extraction organique peut être sélectionné en fonction du facteur de séparation et de la capacité d'absorption établi pour une

composition particulière. Outre ces deux critères, le choix de l'agent d'extraction organique peut se baser optionnellement sur d'autres critères commerciaux ou environnementaux, tels que par exemple le coût de l'agent d'extraction organique, sa disponibilité sur le marché, ses propriétés toxiques ou inflammable. De plus, selon un mode de réalisation particulier, afin d'optimiser le fonctionnement des colonnes de distillation utilisées à l'étape b) et c) du présent procédé de purification du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, le point d'ébullition de l'agent d'extraction organique peut être de 10°C à 200°C, avantageusement de 10°C à 190°C, de préférence de 10°C à 180°C, en particulier de 10°C à 170°C, plus particulièrement de 10°C à 160°C, et de manière privilégiée de 10°C à 150°C.

10 Selon un mode de réalisation préféré, ledit agent d'extraction organique a un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle

$\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

15 P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40),

P2 représente la pression de vapeur saturante du chlorométhane (40).

Ledit facteur de séparation, calculé pour un couple 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/chlorométhane tel que détaillé ci-dessus, peut être supérieur ou égal à 1,2, avantageusement supérieur ou égal à 1,4, plus avantageusement supérieur ou égal à 1,6, de préférence supérieur ou égal à 1,8, plus préférentiellement supérieur ou égal à 2,0.

Ledit agent d'extraction organique peut avoir une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie. Avantageusement, la capacité d'absorption $C_{2,s}$, calculé pour un couple 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/chlorométhane tel que détaillé ci-dessus, est supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,60, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,60, en particulier supérieure ou égale à 1,0.

Ainsi, pour le couple 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/chlorométhane, ledit agent d'extraction organique peut avoir un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur à 1,1, avantageusement supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8 et plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0 ; et une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale

à 0,20, avantageusement supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,60, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,80, en particulier supérieure ou égale à 1,0.

Selon un mode de réalisation préféré, lorsque la composition contient du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné de sorte à avoir également un facteur de séparation particulier vis-à-vis du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E). Pour un couple 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène/ trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), le facteur de séparation peut être calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle

$\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E),

P2 représente la pression de vapeur saturante du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E).

Dans ce cas, le facteur de séparation $S_{1,2}$ peut être supérieur ou égal à 1,1, avantageusement supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0.

Ledit agent d'extraction organique peut également avoir une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie. Avantageusement, la capacité d'absorption $C_{2,s}$ est supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,60, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,60, en particulier supérieure ou égale à 0,80.

Ladite première composition peut être une composition azéotropique ou quasi-azéotropique comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E). De préférence, ladite première composition est une composition azéotropique ou quasi-azéotropique comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E). La teneur en chacun des composés dans cette composition particulière est telle qu'exprimée ci-dessus en référence aux teneurs individuelles de chacun des composés.

Ainsi, la seconde composition peut comprendre 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), ledit agent d'extraction organique, et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). De préférence, la seconde composition peut comprendre 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), ledit agent d'extraction organique, et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E).

Ainsi, ledit agent d'extraction organique peut avoir :

- un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle $\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie et P2 représente la pression de vapeur saturante du chlorométhane (40), avantageusement, ledit agent d'extraction organique peut avoir un facteur de séparation supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0 ;
- une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, avantageusement la capacité d'absorption $C_{2,s}$ peut être supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,60, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,80, en particulier supérieure ou égale à 1,0 ;
- un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle $\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie et P2 représente la pression de vapeur saturante du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-

propene (1234ze-E) ; avantageusement ledit agent d'extraction organique peut avoir un facteur de séparation supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0 ; et

- une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1/(\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie, avantageusement la capacité d'absorption $C_{2,s}$ est supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,60, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,80, en particulier supérieure ou égale à 1,0.

Par exemple, ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné de sorte à avoir un facteur de séparation supérieur ou égal à 1,2 et de sorte à avoir une capacité d'absorption supérieure ou égale à 0,4 pour les deux couples binaires 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) et 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/chlorométhane (40). Ainsi ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné parmi le groupe consistant en chloroethane, ethylamine, bromofluoromethane, 1-bromo-1,2-difluoroethylene, acetaldehyde, 1-chloro-1,1-difluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-bromoethane, 1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,1,2-trifluoroethane, furane, methylformate, isopropylamine, 2-methoxy-1-propene, diethylether, 1,2-epoxypropane, ethanethiol, 2-chloro-2-fluoropropane, ethoxy-ethene, 1-chloro-2,2-difluoroethane, dimethylsulfide, 2-chloropropane, bromoethane, dimethoxymethane, 1-chloro-1,2,2-trifluoropropane, 2-amino-2-methylpropane, methylcyclopropylether, 3-chloropropene, 3-chloro-1,1,1-trifluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2,2-trifluoroethane, 1,2-dichloro-1,2-difluoroethane, n-propylamine, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane, ethanedial, 1-chloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-methylpropane, 3-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-chloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 2-propanethiol, 1,2-dichloro-3,3,3-trifluoropropene, 2-ethoxy-propane, 2,2-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1-chloro-2,2-difluoropropane, methyl-t-butylether, propanone, methylacetate, ethyl1,1,2,2-tetrafluoroethylether, 4-methoxy-2-methyl-2-butanethiol, 2-bromopropane, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethane, 2,2-dichloro-1,1,3,3-tetrafluoropropane, difluorodiethylsilane, 2-butanamine, 2,3-dichloro-1,1,1,2-tetrafluoropropane, 1,1-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, tert-butylthiol, isobutanal, 1,3-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 1,1,1-trichloro-2,2-

difluoroethane, 1,2-dichloro-1,2,3,3-tetrafluoropropane, 1-propanethiol, 2-chlorobutane,
 isopropylformate, diisopropylether, 1,3-dichloro-1,2,2,3-tetrafluoropropane, 1,2-dichloro-
 1,1,2,3-tetrafluoropropane, 2,3-dichloro-1,1,1,3-tetrafluoropropane, 1-bromopropane, 1,1-
 difluoro-1,2,2-trichloroethane, 1,1,2-trichloro-1,2-difluoroethane, methylglyoxal, 2-ethoxy-2-
 5 methyl-propane, 2-bromo-2-methylpropane, 1-chloro-3-fluoropropane, 1,1,1-trifluoro-2-
 propanol, 2,3-dichloro-1,1,1-trifluoropropane, ethylacetate, 1-butylamine, 1-chlorobutane,
 butanone, n-propylformate, 2-ethoxy-butane, 2-propanol, tert-butanol, 1,3-dichloro-1,1,2-
 trifluoropropane, 1-methoxy-2-methyl-butane, 1,1-dichloro-2,2,3-trifluoropropane,
 cyclohexene, 2,2-dimethoxypropane, 1,3,3-trichloro-1,1,2,2-tetrafluoropropane, 2-chloro-2-
 10 methylbutane, 1-ethoxy-2-methylpropane, 2-butanethiol, 1,1,1-trichloro-2,2,3,3-
 tetrafluoropropane, 1,2-dimethoxyethane, 3-methyl-2-butanamine, 1,1,3-trichloro-1,2,2,3-
 tetrafluoropropane, 1,3-dichloro-1,2,2-trifluoropropane, diethoxymethane, 2-methyl-1-
 propanethiol, isopropylacetate, 2-iodopropane, di-n-propylether, 3-pentylamine, n-
 methylbutylamine, 2-bromobutane, diethylsulfide, 1-ethoxybutane, 1-fluorohexane, 1-
 15 methoxy-2-propanamine, 1,3-dichloro-1,2,3-trifluoropropane, 2-methoxyethanamine, 2-
 methylbutanal, propanol, tert-butylacetate, propionitrile, 3-chloropentane, 2-allyloxyethanol,
 butanethiol, isoamylchloride, 1-methoxy-pentane, ethylpropionate, 1,2-dimethoxypropane,
 isopropyl-isobutyl-ether, 1,1,1-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-chloro-4-fluorobutane, 1-
 bromo-3-fluoropropane, 2,4,4-trimethyl-1-pentene, dioxane, 1-bromobutane, 3-pentanone,
 20 1,1-diethoxyethane, 2-pentanone, 2-methyl-2-butanol, 2-methoxy-1propanamine, 1,1,3-
 trichloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,1,3-trichloro-2,2,3-trifluoropropane, trimethoxymethane, n-
 pentylamine, 1,1-dichloro-2,2-difluoroethylmethylether, 2,2,4-trimethyl-2-pentene, 1,3-
 dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, piperidine, 2-bromo-2-methylbutane, dipropylamine,
 2,2,3,3-tetrafluoro-1-propanol, 2-ethoxyethanamine, triethylfluorosilane, 1-
 25 methylcyclohexene, toluene, sec-butylacetate, 2-fluorotoluene, 2,2-dimethyl-1-propanoln n-
 methyl-1,2-ethanediaminen 2,2-diethoxypropane, 1,3,5-trioxane, 1-chloro-3,3-dimethylbutane,
 pyridine, 1,1,1,2-tetrachloro-3,3,3-trifluoropropane, n-methylmorpholine, 4-methyl-2-
 pentanone, 1,2-diaminoethane, isobutyl-tert-butylether, 2-bromopentane, butyronitrile, sec-
 butyl-tert-butylether, 1-methoxy2-propanol, 1,1,3,3-tetrachloro-1,2,2-trifluoropropane, 1,2-
 30 propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1,1,1,3-tetrachloro-2,2,3-trifluoropropane, 1-
 bromo-3-methylbutane, 1-(dimethylamino)-2-propanol, tetrahydrothiophene, 3-methyl-3-
 pentanol, 1,1-diethoxypropane, 2-methoxyethanol, 4,4,4-trifluorobutanol, 2-ethylbutylamine,
 diethylcarbonate, n-butylacetate, 1-pentanethiol, 2-chloro-1,1-dimethoxyethane, 2-hexanone,

n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 1,1-diethoxy-n,n-dimethylmethanamine, 2-methylpyridine, 1-bromopentane, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 4-methyl-2-pentanol, 1,2-octanediol, 4-methyl-2-hexanamine, hexylamine, methoxycyclohexane, 2-(dimethylamino)-ethanol, cyclohexylamine, n-ethyl-2-dimethylaminoethylamine, 5 ethoxyethanol, 3-hexanol, 2-hexanol, ethylbenzene, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1-methylpiperazine, n-ethyl-morpholine, 1,4-dimethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,3-propanediamine, di-n-butylether, valeronitrile, (methyleneamino)acetonitrile, 2-heptanamine, 2,3-dimethylbutanol, 1-ethoxy-hexane, 3-furfural, n,n-diethylethylenediamine, 2,6-dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1,2-dimethylbenzene, 1-methoxy-2-acetoxypropane, 10 1,1,1-triethoxyethane, styrene, 4-methylpyridine, n,n'-diethyl-1,2-ethanediamine, 2,6-dimethylmorpholine, 2-ethyl-1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, dimethylethanolamine, 1-propoxy-2-propanol.

Par exemple, ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné de sorte à avoir un facteur de séparation supérieur ou égal à 1,4 et de sorte à avoir une capacité d'absorption 15 supérieure ou égale à 0,6 pour les deux couples binaires 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) et 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/chlorométhane (40). Ainsi ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné parmi le groupe consistant en acétaldéhyde, methylformate, 2-methoxy-1-propène, 1,2-époxypropane, ethoxy-éthène, dimethoxyméthane, 1-chloro-1,2,2-trifluoropropane, 3-chloro-1,1,1-trifluoropropane, 20 éthanediol, 1-chloro-1,2,2,3-tétrafluoropropane, 3-chloro-1,1,1,3-tétrafluoropropane, 2-chloro-1,1,1,3-tétrafluoropropane, propanone, methylacetate, 4-methoxy-2-méthyl-2-butanethiol, difluorodiéthylsilane, isobutanol, isopropylformate, methylglyoxal, 2,3-dichloro-1,1,1-trifluoropropane, ethylacetate, butanone, n-propylformate, 1,3-dichloro-1,1,2-trifluoropropane, 1-methoxy-2-méthyl-butane, 1,1-dichloro-2,2,3-trifluoropropane, 1,2-25 dimethoxyéthane, 3-méthyl-2-butanamine, 1,3-dichloro-1,2,2-trifluoropropane, diethoxyméthane, isopropylacetate, diéthylsulfide, 1-fluorohexane, 1-methoxy-2-propanamine, 1,3-dichloro-1,2,3-trifluoropropane, 2-methoxyéthanamine, 2-méthylbutanal, tert-butylacetate, propionitrile, 2-allyloxyéthanol, 1-methoxy-pentane, ethylpropionate, 1,2-dimethoxypropane, dioxane, 3-pentanone, 1,1-diethoxyéthane, 2-pentanone, 2-methoxy-30 1propanamine, trimethoxyméthane, n-pentylamine, 1,3-dioxane, 3,3-diméthyl-2-butanone, 2-ethoxyéthanamine, triéthylfluorosilane, sec-butylacetate, n-méthyl-1,2-ethanediamine, 2,2-diethoxypropane, pyridine, n-méthylmorpholine, 4-méthyl-2-pentanone, 1,2-diaminoéthane, isobutyl-tert-butylether, butyronitrile, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, 2,6-

dimethyl-5-heptenal, 1-(dimethylamino)-2-propanol, 3-methyl-3-pentanol, 1,1-diethoxypropane, 2-ethylbutylamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-hexanone, n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 1,1-diethoxy-n,n-dimethylmethanamine, 2-methylpyridine, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 4-methyl-2-hexanamine, 5 hexylamine, methoxycyclohexane, 2-(dimethylamino)-ethanol, cyclohexylamine, ethoxyethanol, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1-methylpiperazine, n-ethylmorpholine, 1,3-propanediamine, di-n-butylether, valeronitrile, 2-heptanamine, 1-ethoxyhexane, 2,6-dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1-methoxy-2-acetoxypropane, 1,1,1-triethoxyethane, 4-methylpyridine, 2,6-dimethylmorpholine, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, 1-propoxy-2-propanol.

Par exemple, ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné de sorte à avoir un facteur de séparation supérieur ou égal à 1,6 et de sorte à avoir une capacité d'absorption supérieure ou égale à 0,8 pour les deux couples binaires 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) et 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène/chlorométhane (40).

15 Ainsi ledit agent d'extraction organique peut être sélectionné parmi le groupe consistant en méthylformate, -methoxy-1-propene, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, n-propylformate, 1,2-dimethoxyethane, isopropylacetate, 1-methoxy-2-propanamine, 2-methoxyethanamine, 2-methylbutanal, tert-butylacetate, ethylpropionate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 2-methoxy-1propanamine, 20 trimethoxymethane, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, 2-ethoxyethanamine, sec-butylacetate, n-methyl-1,2-ethanediamine, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, butyronitrile, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, 2,6-dimethyl-5-heptenal, 1-(dimethylamino)-2-propanol, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-hexanone, n-ethylethylenediamine, 5-hexen-2-one, 2-methylpyridine, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal, 2-(dimethylamino)-ethanol, 2-methylpyrazine, 2-ethoxy-1-propanol, 1,3-propanediamine, valeronitrile, 2,6-dimethylpyridine, 4-methyl-2-hexanone, 1-methoxy-2-acetoxypropane, 4-methylpyridine, 2,6-dimethylmorpholine, methylhexanoate, 2-propoxyethanol, 1-propoxy-2-propanol.

De préférence, ledit agent d'extraction organique peut être méthylformate, ethoxy-ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, sec-butylacetate, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, diethylcarbonate, n-

butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal. En particulier, ledit agent d'extraction organique peut être methylformate, propanone, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal. Plus particulièrement, methylformate, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal.

Selon un mode de réalisation particulier, le courant comprenant le 2,3,3,3-tetrafluoropropène séparé à l'étape b) du présent procédé est purifié ultérieurement ou liquéfié et stocké. Dans ce mode de réalisation, des traces d'agent d'extraction organique peuvent être présentes dans le courant comprenant le 2,3,3,3-tetrafluoropropène. Les traces d'agent d'extraction organique dans ledit courant sont inférieures à 10 ppm, de préférence inférieures à 1 ppm, en particulier inférieures à 500 ppb, plus particulièrement inférieures à 100 ppb.

Le présent procédé permet donc de purifier le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène. Avantageusement, la teneur en chlorométhane (40) et/ou trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) dans le courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, obtenu à l'étape b) du présent procédé de purification est inférieure à la teneur de celui-ci ou de ceux-ci dans ladite première composition. De préférence, la teneur en chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) dans le courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, obtenu à l'étape b) du présent procédé de purification est inférieure à leur teneur respective dans ladite première composition. Par exemple, la teneur en chlorométhane (40) et/ou trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) peut être diminuée de 50%, avantageusement de 75%, de préférence de 90%, en particulier de 95%, plus particulièrement de 98%. De préférence, le courant comprenant le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène obtenu à l'étape b) du présent procédé de purification peut être dépourvu de chlorométhane (40) et/ou de trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) lorsque celui-ci ou ceux-ci sont présents dans ladite première composition. En particulier, le courant comprenant le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène obtenu à l'étape b) du présent procédé de purification peut être dépourvu de chlorométhane (40) et la teneur en trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) peut être diminuée de 50%, avantageusement de 75%, de préférence de 90%, en particulier de 95%, plus particulièrement de 98%. Les teneurs sont exprimées en pourcentage en poids.

Selon un mode de réalisation préféré, ladite première composition mise en œuvre à l'étape a) du présent procédé peut être préalablement purifiée avant d'être utilisée. En effet, si ladite première composition comprend des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et optionnellement des impuretés lourdes,

5 le présent procédé peut comprendre préalablement à l'étape a) les étapes :

i') mise en œuvre ou fourniture d'une composition comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, et chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), et optionnellement ou non des impuretés lourdes ;

10 ii') distillation de ladite composition de l'étape i) pour éliminer en tête de colonne des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), et optionnellement ou non des impuretés lourdes, récupéré en bas de colonne de distillation ;

15 iii') optionnellement ou non, distillation dudit premier courant récupéré en bas de colonne de distillation à l'étape ii') pour récupérer en tête de colonne un second courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; et en bas de colonne de distillation un courant comprenant les impuretés lourdes ; ledit premier courant récupéré à l'étape ii') ou ledit second courant récupéré à l'étape iii') corresponde à ladite première composition mise en œuvre à l'étape a).

25 De préférence, le présent procédé peut comprendre préalablement à l'étape a) les étapes :

i') mise en œuvre ou fourniture d'une composition comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, et chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), et optionnellement ou non des impuretés lourdes ;

30 ii') distillation de ladite composition de l'étape i) pour éliminer en tête de colonne des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du

2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E), et optionnellement ou non des impuretés lourdes, récupéré en bas de colonne de distillation ;

5 iii') optionnellement ou non, distillation dudit premier courant récupéré en bas de colonne de distillation à l'étape ii') pour récupérer en tête de colonne un second courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) ; et en bas de colonne de distillation un courant comprenant les impuretés lourdes ;

10 ledit premier courant récupéré à l'étape ii') ou ledit second courant récupéré à l'étape iii') corresponde à ladite première composition mise en œuvre à l'étape a).

Lesdites impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène peuvent être trifluorométhane (F23), monofluorométhane (F41),
 15 difluorométhane (F32), pentafluoroéthane (F125), 1,1,1-trifluoroéthane (F143a), trifluoropropyne ou 1-chloro-pentafluoroéthane (F115). Les impuretés lourdes peuvent contenir par exemple 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropane (236fa), 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropane (236ea), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane (227ca), cis-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-Z), des dimères ou des trimères issus de l'un des composés présents dans la composition ou le
 20 courant considéré, par exemple des hydrocarbures en C4 ou C5 tels que hexafluorobutène (1336), heptafluorobutène (1327), octafluorobutane (338), nonafluoropentène (1429), heptafluoropentène (1447).

Selon un second aspect, la présente invention fournit un procédé de production du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène. En outre, ce procédé peut inclure sa purification. Ainsi, la
 25 présente invention fournit un procédé de production de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène comprenant les étapes de :

A) fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I) dans laquelle X et Y représentent indépendamment H, F, ou Cl et m = 0 ou 1 ;
 et/ou fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) dans lequel X est indépendamment les uns des autres Cl, F, I ou Br ; Y est
 30 indépendamment les uns des autres H, Cl, F, I ou Br ; n est 1, 2 ou 3 ; et m est 0, 1 ou 2 ;
 et p est 0 ou 1 ;

B) récupération d'un courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;

5 C) mise en œuvre du procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène selon la présente invention à partir du courant récupéré à l'étape B).

De préférence, le procédé de production de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène comprenant les étapes de :

10 A) fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I) dans laquelle X et Y représentent indépendamment H, F, ou Cl et $m = 0$ ou 1 ; et/ou fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) dans lequel X est indépendamment les uns des autres Cl, F, I ou Br ; Y est indépendamment les uns des autres H, Cl, F, I ou Br ; n est 1, 2 ou 3 ; et m est 0, 1 ou 2 ; et p est 0 ou 1 ;

15 B) récupération d'un courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;

C) mise en œuvre du procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène selon la présente invention à partir du courant récupéré à l'étape B).

Selon un mode de réalisation préféré, le procédé de production de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène comprenant les étapes de :

20 A) fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I) dans laquelle X et Y représentent indépendamment H, F, ou Cl et $m = 0$ ou 1 ; et/ou fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) dans lequel X est indépendamment les uns des autres Cl, F, I ou Br ; Y est indépendamment les uns des autres H, Cl, F, I ou Br ; n est 1, 2 ou 3 ; et m est 0, 1 ou 2 ; et p est 0 ou 1 ;

25 B) récupération d'un courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;

30 C) mise en œuvre du procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène à partir du courant récupéré à l'étape B) et comprenant les étapes de :

- a) mise en contact de ladite première composition avec au moins un agent d'extraction organique pour former une seconde composition ;
- b) distillation extractive de ladite seconde composition pour former :

- i) une troisième composition comprenant ledit agent d'extraction organique et chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; et
 - ii) un courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,
- 5 c) récupération et séparation de ladite troisième composition pour former un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et un courant comprenant le chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; de préférence le courant comprenant ledit agent d'extraction organique est recyclé à l'étape a).
- 10 De préférence, le procédé de production de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène comprenant les étapes de :
 - A) fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I) dans laquelle X et Y représentent indépendamment H, F, ou Cl et m = 0 ou 1 ; et/ou fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) dans lequel X est indépendamment les uns des autres Cl, F, I ou Br ; Y est indépendamment les uns des autres H, Cl, F, I ou Br ; n est 1, 2 ou 3 ; et m est 0, 1 ou 2 ; et p est 0 ou 1 ;
 - B) récupération d'un courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;
 - 20 C) mise en œuvre du procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène à partir du courant récupéré à l'étape B) et comprenant les étapes de :
 - a) mise en contact de ladite première composition avec au moins un agent d'extraction organique pour former une seconde composition ;
 - b) distillation extractive de ladite seconde composition pour former :
 - 25 iii) une troisième composition comprenant ledit agent d'extraction organique et chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; et
 - iv) un courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,
 - c) récupération et séparation de ladite troisième composition pour former un
 - 30 courant comprenant ledit agent d'extraction organique et un courant comprenant le chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; de préférence le courant comprenant ledit agent d'extraction organique est recyclé à l'étape a).

Selon un mode de réalisation particulier, le courant récupéré à l'étape B) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène peut comprendre de l'acide fluorhydrique. Dans ce cas, préalablement à l'étape C), le courant récupéré à l'étape B) peut subir une distillation préalable B1') pour éliminer HF en bas de colonne de distillation. Un courant comprenant

5 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E), est récupéré en tête de colonne de distillation ; de préférence un courant comprenant 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Ce dernier courant récupéré en tête de colonne de distillation est ensuite soumis à l'étape C) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène.

10 Selon un mode de réalisation particulier, le courant récupéré à l'étape B) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène peut comprendre des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène. Dans ce cas, préalablement à l'étape C), le courant récupéré à l'étape B) peut subir une distillation préalable B2'), subséquente ou non à l'étape B1'), pour éliminer en tête de colonne de distillation lesdites

15 impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) récupéré en bas de colonne de distillation, de préférence pour former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-

20 propène (1234ze-E). Ce dernier courant récupéré en bas de colonne de distillation peut être ensuite soumis à l'étape C) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène.

Selon un mode de réalisation particulier, le courant récupéré à l'étape B) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène peut comprendre des impuretés lourdes. Dans ce cas, préalablement à l'étape C), le courant récupéré à l'étape B) peut subir une distillation

25 préalable B3'), subséquente ou non à l'étape B1') et/ou B2'), pour éliminer en bas de colonne de distillation lesdites impuretés lourdes ; et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) récupéré en tête de colonne de distillation. De préférence, le premier courant comprend 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-

30 tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Ce dernier courant récupéré en tête de colonne de distillation est ensuite soumis à l'étape C) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène.

Selon un mode de réalisation particulier, le courant récupéré à l'étape B) du procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène peut également comprendre HCl. L'acide

chlorhydrique peut être récupéré par distillation avant ou après l'étape B1' indépendamment des autres étapes du procédé.

Plus particulièrement, l'étape A) est effectuée à partir de 1,1,2,3-tetrachloropropène, le 2,3,3,3-tetrachloropropène, le 1,1,3,3-tetrachloropropène, le 1,3,3,3-tetrachloropropène, le 1,1,1,2,3-pentachloropropane, le 1,1,1,3,3-pentachloropropane, le 1,1,2,2,3-pentachloropropane, le 1,2-dichloro-3,3,3-trifluoropropane, le 2-chloro-2,3,3,3-tetrafluoropropane, le 1,1,1,2,2-pentafluoropropane, le 1-chloro-1,3,3,3-tetrafluoropropane et le 1,1,1,3,3-pentafluoropropane, de préférence à partir de 1,1,1,2,3-pentachloropropane, 1,1,2,3,tetrachloropropène, du 1,1,1,2,2-pentafluoropropane et/ou du 2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propène ; en particulier à partir du 1,1,1,2,3-pentachloropropane (240db).

La figure 1 représente un schéma simplifié d'un dispositif mettant en œuvre un procédé de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene selon un mode de réalisation particulier de l'invention. Le mélange issu de la réaction de fluoration, en présence d'un catalyseur, d'un composé de formule $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I) et/ou de fluoration catalytique, en présence d'un catalyseur, d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}=CH_mX_{2-m}$ (II) est obtenu en 1. Le mélange comprend, dans ce mode de réalisation particulier, 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene, chlorométhane et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene et des impuretés lourdes. Le mélange est transféré dans une colonne de distillation 2 par le conduit 3. Les impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene sont récupérées en tête de la colonne de distillation 2 et acheminées par le conduit 5 à un incinérateur ou un dispositif de purification 15. Le résidu obtenu en bas de colonne de distillation et comprenant les autres constituants du mélange est acheminé vers une seconde colonne de distillation 6 par le conduit 4. La distillation effectuée en 6 vise à séparer les impuretés lourdes des autres constituants du mélange. Les conditions opératoires de distillation sont donc adaptées à ce but. Les impuretés lourdes sont récupérées en bas de colonne de distillation 8 et les autres constituants sont récupérés en tête de colonne de distillation et acheminés vers la colonne de distillation extractive 9 via le conduit 7. La distillation extractive effectuée en 9 vise à séparer le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene des autres constituants du mélange mentionnés ci-dessus. Le dispositif de distillation extractive 9 est alimenté par l'agent d'extraction organique 17 sélectionné selon la méthode décrite dans la présente demande. Le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene est récupéré en tête du dispositif de distillation extractive 9 pour être stocké ou purifié en 10 via le conduit 11. Le mélange récupéré en bas du dispositif de

distillation extractive 9 comprend notamment l'agent d'extraction organique 17, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Le mélange récupéré en bas du dispositif de distillation extractive 9 est acheminé par le conduit 12 vers un dispositif de distillation 13 visant à séparer l'agent d'extraction organique des autres composés présents.

5 L'agent d'extraction organique est récupéré en bas du dispositif de distillation 13 et recyclé par le conduit 16 vers le dispositif de distillation extractive 9. Les composés récupérés en tête du dispositif de distillation 13 sont acheminés par le conduit 14 vers le conduit 5 pour être incinérés ou purifiés en 15.

Le mélange fourni en 1 peut être dépourvu d'impuretés ayant un point d'ébullition
10 inférieur à celui du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène. Dans ce cas, comme illustré à la Fig. 1b, le mélange 1 est acheminé par le conduit 3 vers la colonne de distillation 6 pour être traité comme expliqué ci-dessus en relation avec la Fig. 1a. Dans un autre mode de réalisation particulier illustré à la Fig. 1c, le mélange 1 peut comprendre le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E). Dans ce cas, le
15 mélange est acheminé directement vers la colonne de distillation extractive 9 pour y être traité comme expliqué ci-dessus en relation avec la Fig. 1a.

La Fig. 2 illustre schématiquement un dispositif mettant en œuvre un procédé de production du 2,3,3,3-tétrafluoropropène selon un mode de réalisation particulier de la présente invention. L'acide fluorhydrique 21 est mis en contact avec du 1,1,1,2,3-
20 pentachloropropane (240db) 22 dans un réacteur 23. Le mélange obtenu et comprenant notamment 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E), est récupéré en sortie de réacteur et acheminé vers une colonne de distillation 25 par le conduit 24. Le mélange peut aussi comprendre HCl, HF et des impuretés lourdes ou ayant un point d'ébullition inférieur à celui du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène. Le
25 courant obtenu en bas de colonne de distillation comprenant HF et éventuellement des impuretés lourdes est acheminé vers le dispositif de purification 27 via le conduit 26 pour purifier HF qui sera recyclé éventuellement en 23. Les autres constituants du mélange sont acheminés via le conduit 28 vers un dispositif de purification 29 de purification du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène. Le dispositif de purification 29 peut être l'un quelconque des dispositifs
30 illustrés aux Fig. 1a-1b.

Le catalyseur utilisé dans le présent procédé de production de 2,3,3,3-tétrafluoropropène peut être par exemple à base d'un métal comprenant un oxyde de métal de transition ou un dérivé ou un halogénure ou un oxyhalogénure d'un tel métal. On peut citer par

exemple FeCl_3 , l'oxyfluorure de chrome, les oxydes de chrome (éventuellement soumis à des traitements de fluoration), les fluorures de chrome et leurs mélanges. D'autres catalyseurs possibles sont les catalyseurs supportés sur du carbone, les catalyseurs à base d'antimoine, les catalyseurs à base d'aluminium (par exemple AlF_3 et Al_2O_3 , l'oxyfluorure d'alumine et le fluorure d'alumine).

On peut utiliser en général un oxyfluorure de chrome, un fluorure ou un oxyfluorure d'aluminium, ou un catalyseur supporté ou non contenant un métal tel que Cr, Ni, Fe, Zn, Ti, V, Zr, Mo, Ge, Sn, Pb, Mg, Sb.

On peut faire référence à cet égard au document WO 2007/079431 (en p.7, l.1-5 et 28-32), au document EP 939071 (paragraphe [0022]), au document WO 2008/054781 (en p.9 l.22-p.10 l.34), et au document WO 2008/040969 (revendication 1), auxquels il est fait expressément référence.

Le catalyseur est de manière plus particulièrement préférée à base de chrome et il s'agit plus particulièrement d'un catalyseur mixte comprenant du chrome.

Selon un mode de réalisation, on utilise un catalyseur mixte comprenant du chrome et du nickel. Le rapport molaire Cr / Ni (sur la base de l'élément métallique) est généralement de 0,5 à 5, par exemple de 0,7 à 2, par exemple d'environ 1. Le catalyseur peut contenir de 0,5 à 20 % en poids de nickel.

Le métal peut être présent sous forme métallique ou sous forme de dérivé, par exemple un oxyde, halogénure ou oxyhalogénure. Ces dérivés sont de préférence obtenus par activation du métal catalytique.

Le support est de préférence constitué avec de l'aluminium, par exemple de l'alumine, de l'alumine activée ou des dérivés d'aluminium, tels que les halogénures d'aluminium et les oxyhalogénures d'aluminium, par exemple décrits dans le document US 4,902,838, ou obtenus par le procédé d'activation décrit ci-dessus.

Le catalyseur peut comprendre du chrome et du nickel sous une forme activée ou non, sur un support qui a été soumis à une activation ou non.

On peut se reporter au document WO 2009/118628 (notamment en p.4, l.30-p.7 l.16), auquel il est fait expressément référence ici.

Un autre mode de réalisation préféré repose sur un catalyseur mixte contenant du chrome et au moins un élément choisi parmi Mg et Zn. Le rapport atomique de Mg ou Zn/Cr est de préférence de 0,01 à 5.

Avant son utilisation, le catalyseur est de préférence soumis à une activation avec de l'air, de l'oxygène ou du chlore et/ou avec de l'HF.

Par exemple, le catalyseur est de préférence soumis à une activation avec de l'air ou de l'oxygène et du HF à une température de 100 à 500°C, de préférence de 250 à 500°C et plus particulièrement de 300 à 400°C. La durée d'activation est de préférence de 1 à 200 h et plus particulièrement de 1 à 50 h.

Cette activation peut être suivie d'une étape d'activation de fluoration finale en présence d'un agent d'oxydation, d'HF et de composés organiques.

Le rapport molaire HF / composés organiques est de préférence de 2 à 40 et le rapport molaire agent d'oxydation / composés organiques est de préférence de 0,04 à 25. La température de l'activation finale est de préférence de 300 à 400°C et sa durée de préférence de 6 à 100 h.

La réaction de fluoration en phase gazeuse peut être effectuée :

- avec un rapport molaire HF / composé de formule (I) et/ou (II) de 3:1 à 150:1, de préférence de 4:1 à 125:1 et de manière plus particulièrement préférée de 5:1 à 100:1 ;
- avec un temps de contact de 3 à 100 s, de préférence 4 à 75 s et plus particulièrement 5 à 50 s (volume de catalyseur divisé par le flux entrant total, ajusté à la température et à la pression de fonctionnement) ;
- à une pression allant de la pression atmosphérique à 20 bar, de préférence de 2 à 18 bar et plus particulièrement de 3 à 15 bars;
- à une température (température du lit de catalyseur) de 200 à 450°C, de préférence de 250 à 400°C, et plus particulièrement de 280 à 380°C.

La durée de l'étape de réaction est typiquement de 10 à 8000 heures, de préférence de 50 à 5000 heures et de manière plus particulièrement préférée de 70 à 1000 heures.

Un agent oxydant, de préférence l'oxygène, peut éventuellement être ajouté lors de la réaction de fluoration. Le rapport molaire oxygène / composés organiques peut être de 0,005 à 2, de préférence de 0,01 à 1,5. L'oxygène peut être introduit pur ou sous forme d'air ou de mélange oxygène / azote. On peut également remplacer l'oxygène par du chlore.

30

Méthode de sélection de l'agent d'extraction organique

La sélection de l'agent d'extraction organique est déterminée par l'utilisation du modèle Cosmo-RS implémenté dans le logiciel COSMOTHERM. Pour ce couple binaire sélectionné, un facteur de séparation est calculé pour chacun des solvants étudiés par l'équation suivante :

$$S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2) \text{ dans laquelle}$$

5 $\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du premier composé 1 dans l'agent d'extraction organique considéré à dilution infinie,

P1 représente la pression de vapeur saturante du premier composé 1,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du second composé 2 du couple binaire dans l'agent d'extraction organique considéré à dilution infinie,

10 P2 représente la pression de vapeur saturante du second composé.

Une capacité d'absorption est également calculée pour chacun des solvants étudiés et pour un couple binaire (1,2) considéré. La capacité d'absorption est calculée par la formule $C_{2,s} = 1/(\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du second composé du couple binaire considéré dans ledit agent d'extraction organique étudié à dilution infinie.

15 Les calculs sont répétés pour chaque agent d'extraction organique étudié. Des valeurs minimales de facteur de séparation et de capacité d'absorption sont identifiées afin de permettre une séparation suffisante entre le premier composé et le second composé du couple binaire (1,2) considéré. La pression de vapeur saturante est considérée pour une température de 25°C.

20

Exemples

Exemple 1

25 Pour purifier le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene, le couple binaire 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène / chlorométhane (40) et le couple binaire 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene / trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) sont considérés pour sélectionner l'agent d'extraction organique. Sur base des informations obtenues par le modèle Cosmo-RS, les solvants repris dans le tableau 1 ci-dessous ont été testés pour la distillation extractive d'un mélange comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene, le chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene

30 (1234ze-E).

Tableau 1 – Capacité d'absorption $C_{2,s}$ et facteur de séparation $S_{1,2}$ de l'agent d'extraction organique

Agent extraction organique	C _{2,S} - (40)	S _{1,2} (1234yf/40)	C _{2,S} - (1234ze-E)	S _{1,2} (1234yf/1234ze-E)
Methylformate	1,01	2,34	0,83	2,21
Isopropylacetate	1,33	1,74	1,42	2,15
2-methoxyethanamine	1,30	1,80	1,98	3,19
tert-butylacetate	1,33	1,77	1,37	2,10
dioxane	1,29	2,29	1,09	2,24
1,3-dioxane	1,40	2,47	1,09	2,23
sec-butylacetate	1,34	1,69	1,45	2,12
1,2-diaminoethane	0,97	2,88	1,29	4,43
1-methoxy2-propanol	0,98	2,30	0,86	2,31
1,2-propanediamine	1,18	2,40	1,50	3,54
n-butylacetate	1,35	1,85	1,35	2,14
2-methoxy-1-propanol	0,99	2,29	0,87	2,31
1-ethoxy-2-propanol	1,15	2,01	1,12	2,27
hexanal	1,31	2,06	1,09	1,98

Les distillations extractives effectuées avec les agents d'extraction organique repris dans le tableau 1 ci-dessus, ont abouti à la séparation entre d'une part le 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et d'autre part le chlorométhane (40), le trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) et l'agent d'extraction organique. Après séparation, le chlorométhane (40) et le trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) reste en solution dans l'agent d'extraction organique. Ce dernier a été récupéré par distillation et ainsi séparé du chlorométhane (40) et du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E).

Revendications

1. Procédé de purification du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf) à partir d'une première composition comprenant du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène et chlorométhane (40), ledit procédé comprenant les étapes de:
 - a) mise en contact de ladite première composition avec au moins un agent d'extraction organique pour former une seconde composition ;
 - b) distillation extractive de ladite seconde composition pour former :
 - i) une troisième composition comprenant ledit agent d'extraction organique et le chlorométhane (40); et
 - ii) un courant comprenant le 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234yf),
 - c) récupération et séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et un courant comprenant le chlorométhane (40) ; de préférence le courant comprenant ledit agent d'extraction organique est recyclé à l'étape a) ; caractérisé en ce que ladite première composition, ladite seconde composition et ladite troisième composition comprennent également du trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E) ; l'étape c) étant la récupération et séparation de ladite troisième composition, de préférence par distillation, pour former d'une part un courant comprenant ledit agent d'extraction organique et d'autre part un courant comprenant le chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tétrafluoro-1-propène (1234ze-E).

2. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit agent d'extraction organique est un solvant choisi parmi le groupe consistant en hydrocarbures, hydrohalocarbure, alcool, cétone, amine, ester, éther, aldéhyde, nitrile, carbonate, thioalkyle, amide et hétérocycle ; ou l'agent d'extraction organique est difluorodiethylsilane ou triethylfluorosilane ; de préférence parmi le groupe consistant en cétone, amine, ester, éther, alcool, hétérocycle et aldéhyde.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'agent d'extraction organique a un point d'ébullition compris entre 10 et 150°C.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit agent d'extraction organique a un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle

$\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P2 représente la pression de vapeur saturante du chlorométhane (40) ;

avantageusement le facteur de séparation est supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit agent d'extraction organique a une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du chlorométhane (40) ;

avantageusement, la capacité d'absorption $C_{2,s}$ est supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,50, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,60, en particulier supérieure ou égale à 0,70, plus particulièrement supérieure ou égale à 0,80.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit agent d'extraction organique a un facteur de séparation $S_{1,2}$ supérieur ou égal à 1,1, ledit facteur de séparation étant calculé par la formule $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$ dans laquelle

$\gamma_{1,s}$ représente le coefficient d'activité du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P1 représente la pression de vapeur saturante du 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène,

$\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) dans ledit agent d'extraction organique à dilution infinie,

P2 représente la pression de vapeur saturante du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E); avantageusement, le facteur de séparation est supérieur ou égal à 1,2, de préférence supérieur ou égal à 1,4, plus préférentiellement supérieur ou égal à 1,6, en particulier supérieur ou égal à 1,8, plus particulièrement supérieur ou égal à 2,0 ; et de préférence ledit agent d'extraction organique a une capacité d'absorption $C_{2,s}$ supérieure ou égale à 0,20, ladite capacité d'absorption étant calculé par la formule $C_{2,s} = 1/(\gamma_{2,s})$ dans laquelle $\gamma_{2,s}$ représente le coefficient d'activité du trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) ; avantageusement, la capacité d'absorption $C_{2,s}$ est supérieure ou égale à 0,40, de préférence supérieure ou égale à 0,50, plus préférentiellement supérieure ou égale à 0,60, en particulier supérieure ou égale à 0,70, plus particulièrement supérieure ou égale à 0,80.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite première composition est une composition azéotropique ou quasi-azéotropique comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit agent d'extraction organique est choisi parmi le groupe consistant méthylformate, 2-méthoxy-1-propène, éthoxy-éthène, propanone, méthylacetate, isobutanol, isopropylformate, éthylacetate, butanone, n-propylformate, 1,2-diméthoxyéthane, isopropylacetate, 1-méthoxy-2-propanamine, 2-méthoxyéthanamine, 2-méthylbutanol, tert-butylacetate, éthylpropionate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 2-méthoxy-1-propanamine, triméthoxyméthane, 1,3-dioxane, 3,3-diméthyl-2-butanone, 2-éthoxyéthanamine, sec-butylacetate, n-méthyl-1,2-éthanediamine, 4-méthyl-2-pentanone, 1,2-diaminoéthane, butyronitrile, 1-méthoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, 2,6-diméthyl-5-heptenal, 1-(diméthylamino)-2-propanol, diéthylcarbonate, n-butylacetate, 2-hexanone, n-éthylethylènediamine, 5-hexen-2-one, 2-méthylpyridine, 2-méthoxy-1-propanol, 1-éthoxy-2-propanol, hexanal, 2-(diméthylamino)-éthanol, 2-méthylpyrazine, 2-éthoxy-1-propanol, 1,3-propanediamine, valeronitrile, 2,6-diméthylpyridine, 4-méthyl-2-hexanone, 1-méthoxy-2-acétoxypropane, 4-méthylpyridine, 2,6-diméthylmorpholine, méthylhexanoate, 2-propoxyéthanol, 1-propoxy-2-propanol ; avantageusement méthylformate, éthoxy-

ethene, propanone, methylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, sec-butylacetate, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; de préférence methylformate, propanone, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; en particulier methylformate, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy-2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy-1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend préalablement à l'étape a) les étapes :

i') mise en œuvre ou fourniture d'une composition comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement des impuretés lourdes et/ou trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E); de préférence mise en œuvre ou fourniture d'une composition comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E) et optionnellement des impuretés lourdes ;

ii') distillation de ladite composition de l'étape i) pour éliminer en tête de colonne des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), et optionnellement ou non des impuretés lourdes et/ou trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propène (1234ze-E), récupéré en bas de colonne de distillation ; de préférence distillation de ladite composition de l'étape i) pour éliminer en tête de colonne des impuretés ayant un point d'ébullition inférieur au point d'ébullition du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène et former un premier courant comprenant 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-

propène (1234ze-E) et optionnellement ou non des impuretés lourdes, récupéré en bas de colonne de distillation ;

iii') optionnellement ou non, distillation dudit premier courant récupéré en bas de colonne de distillation à l'étape ii') pour récupérer en tête de colonne un second courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; et en bas de colonne de distillation un courant comprenant les impuretés lourdes ; de préférence le second courant comprend du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;

ledit premier courant récupéré à l'étape ii') ou ledit second courant récupéré à l'étape iii') correspond à ladite première composition mise en œuvre à l'étape a).

10. Procédé de production et de purification du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène comprenant les étapes de :

A) fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule (I) $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ dans laquelle X et Y représentent indépendamment un atome d'hydrogène, de fluor ou de chlore et $m = 0$ ou 1 ; et/ou fluoration en présence d'un catalyseur d'un composé de formule $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) dans lequel X est indépendamment les uns des autres Cl, F, I ou Br ; Y est indépendamment les uns des autres H, Cl, F, I ou Br ; n est 1, 2 ou 3 ; et m est 0, 1 ou 2 ; et p est 0 ou 1 ;

B) récupération d'un courant comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propène, chlorométhane (40) et optionnellement ou non trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ;

C) mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 à partir du courant récupéré à l'étape B).

11. Composition comprenant du 2,3,3,3-tetrafluoropropène, un agent d'extraction organique, chlorométhane (40) et trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E) ; ledit agent d'extraction organique étant sélectionné parmi le groupe consistant en méthylformate, ethoxy-ethene, propanone, méthylacetate, isobutanal, isopropylformate, ethylacetate, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 3-pentanone, 2-pentanone, 1,3-dioxane, 3,3-dimethyl-2-butanone, sec-butylacetate, 4-methyl-2-pentanone, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-

propanol, 1,2-propanediamine, diethylcarbonate, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; de préférence methylformate, propanone, butanone, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal ; en particulier methylformate, isopropylacetate, 2-methoxyethanamine, tert-butylacetate, dioxane, 1,3-dioxane, sec-butylacetate, 1,2-diaminoethane, 1-methoxy2-propanol, 1,2-propanediamine, n-butylacetate, 2-methoxy1-propanol, 1-ethoxy-2-propanol, hexanal.

12. Composition selon les revendications 11 caractérisé en ce qu'elle comprend entre 75 et 99,99 % en poids de 2,3,3,3-tétrafluoro-1-propène, entre 0,01 et 25 % en poids de trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (1234ze-E), et moins de 1 % poids de chlorométhane (40) sur base du poids total de la composition.

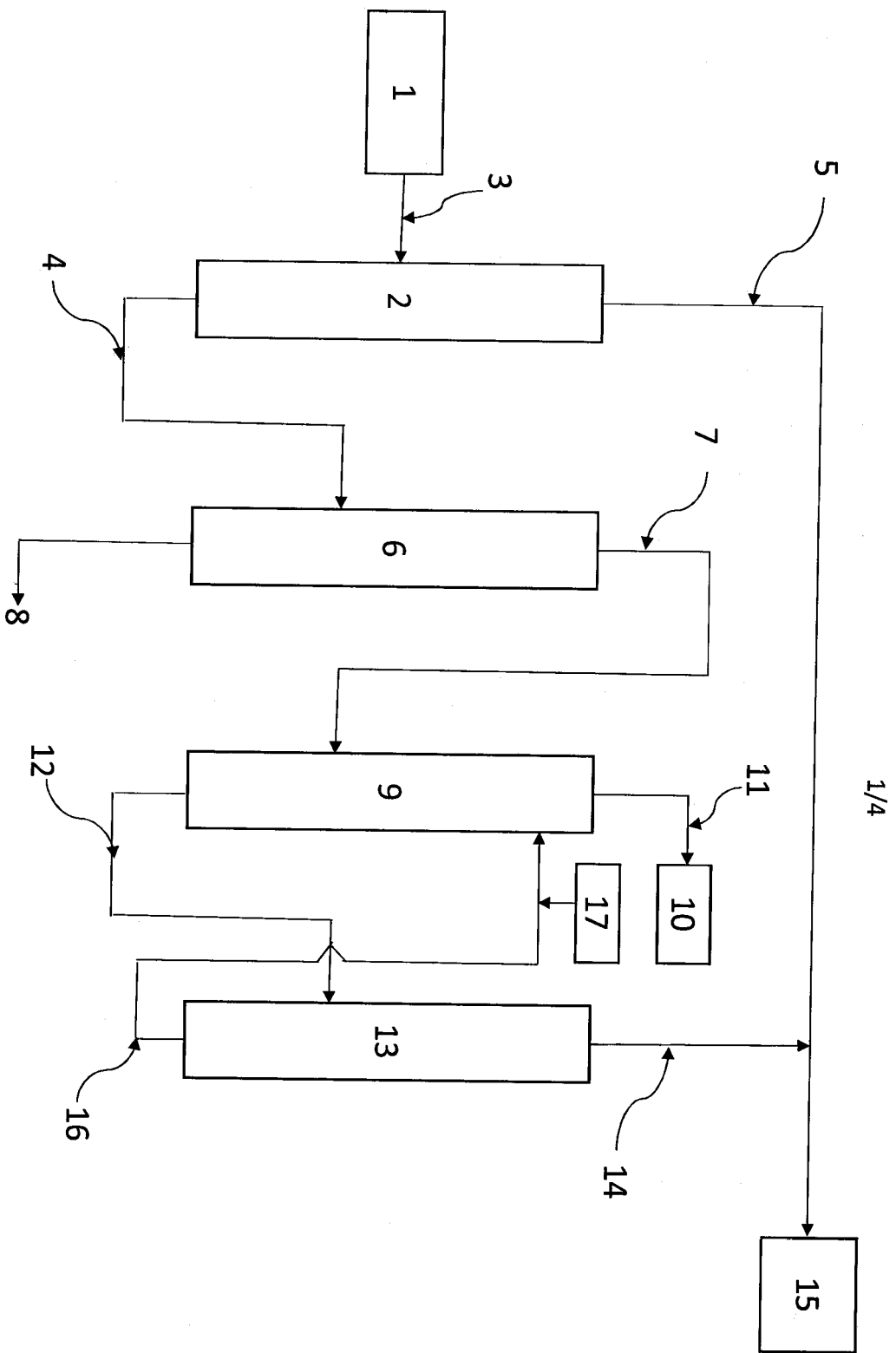


FIG. 1a

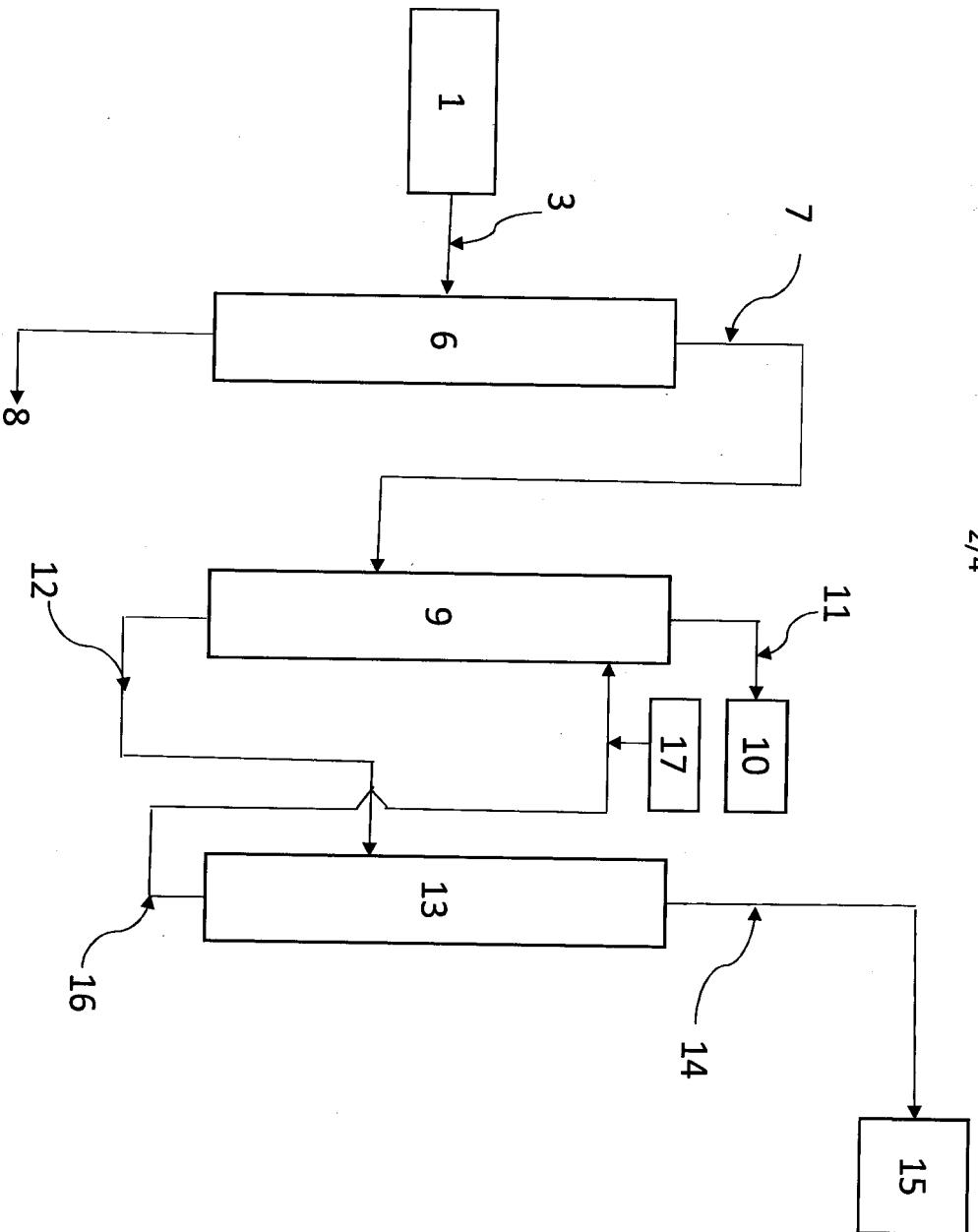


FIG. 1b

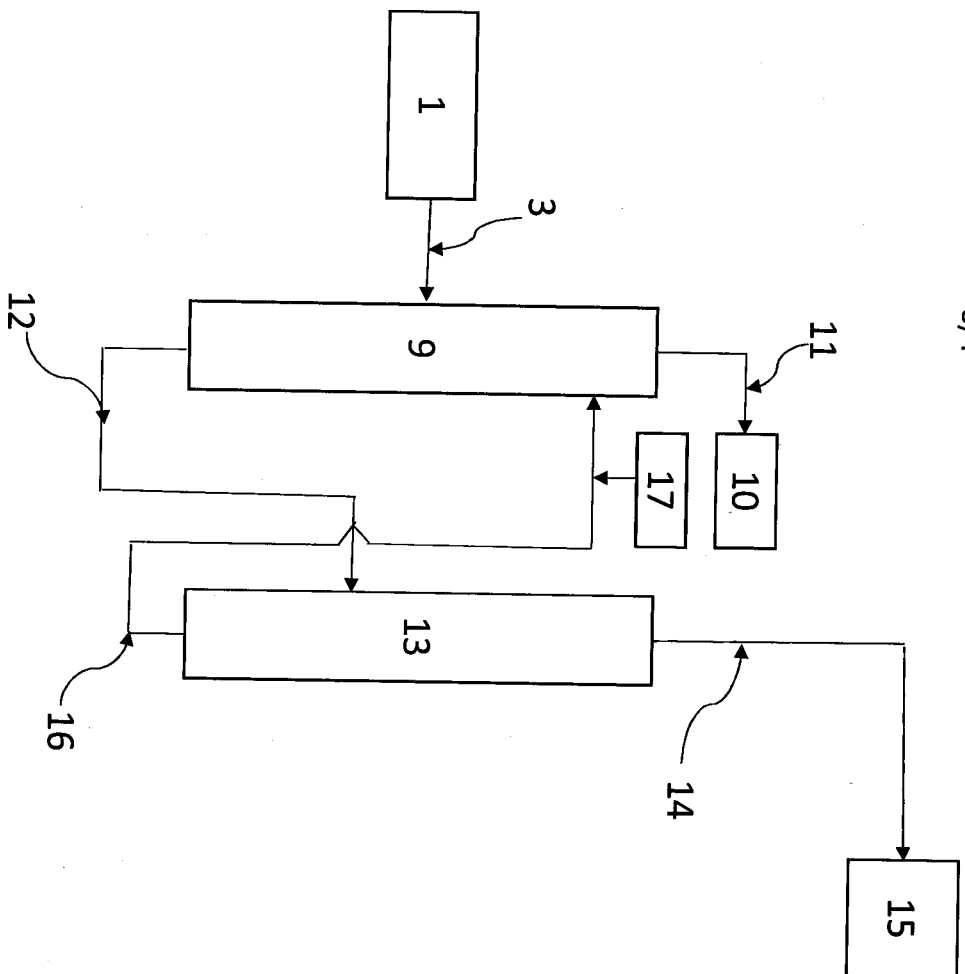


FIG. 1c

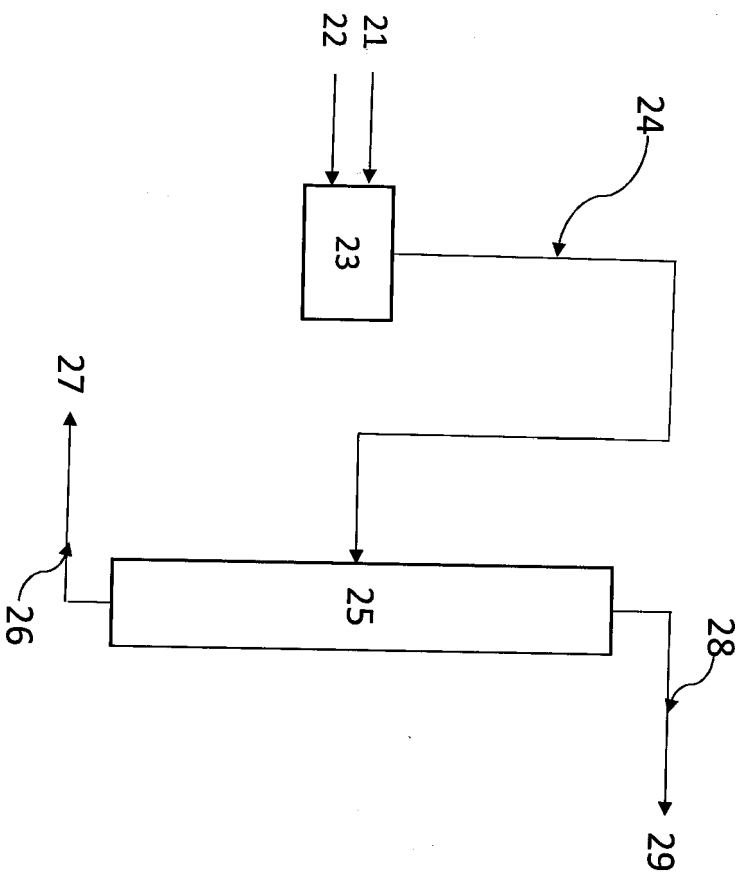


FIG. 2

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2015/291490 A1 (FURUTA SHOJI [JP] ET AL) 15 octobre 2015 (2015-10-15)

EP 2 826 766 A1 (ASAHI GLASS CO LTD [JP]) 21 janvier 2015 (2015-01-21)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT