

Description

Titre : Fluides caloporteurs à base d'huiles lubrifiantes au moins en partie re-raffinées

Domaine technique

- 5 La présente invention concerne le domaine des fluides caloporteurs. Plus précisément, la présente invention concerne la mise en œuvre d'huiles lubrifiantes re-raffinées pour la formulation de fluides caloporteurs.

Technique antérieure

- 10 Les fluides caloporteurs trouvent une application dans de nombreux systèmes, dans lesquels ils permettent de transporter la chaleur entre différentes sources de température.
- Ces fluides interviennent classiquement dans les échangeurs de chaleur, par exemple les systèmes de refroidissement des moteurs thermiques ou électriques, tels que des moteurs de véhicules, les réfrigérateurs, les chaudières, les climatiseurs, les capteurs solaires
- 15 thermiques, les radiateurs des circuits électriques, notamment dans le cas des transformateurs électriques de forte puissance, ou électroniques, les centrales électriques thermiques au charbon, au fioul, au gaz ou nucléaires, les échangeurs de chaleur d'eaux usées.
- Un grand nombre de fluides caloporteurs ont été documentés et commercialisés, mettant en œuvre une grande variété de fluides de base et d'additifs de performance.
- 20 D'une manière générale, les fluides caloporteurs doivent satisfaire deux exigences : d'une part, ils doivent permettre de transférer efficacement l'énergie thermique et, d'autre part, il est essentiel que le fluide caloporteur ne dégrade pas le système dans lequel il est utilisé, ou ne se dégrade pas lui-même lors de son utilisation.
- L'efficacité du transfert de chaleur dépend pour l'essentiel des propriétés thermo-physiques
- 25 du fluide de base, notamment la capacité thermique spécifique, la conductivité thermique, la densité et la viscosité du fluide, mais également des performances hydrauliques du fluide caloporteur. Ainsi, un fluide caloporteur doit rester pompable sur la plage de températures dans laquelle il doit circuler dans un système donné. La viscosité et le profil de viscosité avec la température du fluide caloporteur déterminent ainsi ses performances hydrauliques.
- 30 L'eau est couramment utilisée comme liquide de base de fluides caloporteurs, en raison de sa disponibilité naturelle et de l'absence d'impact de sa mise en œuvre pour l'environnement. De fait, l'eau est un excellent vecteur d'énergie thermique en raison de sa capacité thermique

spécifique élevée, de sa conductivité thermique élevée et de sa faible viscosité. Une limitation significative de l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur est que celle-ci gèle à une température relativement élevée, de 0°C, ce qui la rend inadaptée pour une utilisation dans de nombreux systèmes requérant des températures de fonctionnement inférieures à 0°C. De plus, les fluides caloporteurs à base aqueuse sont naturellement corrosifs et peuvent causer des dommages importants aux systèmes dans lesquels ils fonctionnent. Afin de contourner ces limitations, un grand nombre de fluides caloporteurs ont été développés dans lesquels des abaisseurs de point de congélation sont ajoutés à l'eau pour abaisser sa température de congélation, ainsi que divers additifs permettant de contrôler la corrosion.

Il a également été proposé des huiles minérales issues du raffinage du pétrole comme liquides de base de fluides caloporteurs, en particulier pour des applications dans des systèmes dans lesquels le fluide est susceptible d'être porté à des températures élevées. On peut citer par exemple le document US 7,972,999 qui propose de mettre en œuvre une huile de base préparée à partir d'une cire paraffinique pour former un liquide d'échange de chaleur, et présentant notamment une température d'auto-inflammation supérieure à 329°C et un indice de viscosité élevé.

Néanmoins, une grande quantité de pétrole brut est généralement nécessaire afin d'obtenir des huiles raffinées. Typiquement, pour extraire 1 litre d'huile raffinée, 37 litres de pétrole brut sont nécessaires. En outre, les procédés de raffinage pétrolier sont très énergivores. Or, les problématiques actuelles de protection de l'environnement et de conservation des ressources poussent les industriels à proposer des solutions alternatives aux huiles conventionnelles, plus écoresponsables.

Il demeure ainsi un besoin de disposer de fluides caloporteurs plus respectueux de l'environnement, tout en présentant d'excellentes propriétés physicochimiques, voire des propriétés améliorées comparativement aux fluides caloporteurs connus.

Exposé de l'invention

La présente invention vise à proposer de nouveaux fluides caloporteurs répondant à ces attentes.

Plus particulièrement, les inventeurs ont découvert que les huiles de base lubrifiantes recyclées sont particulièrement adaptées pour leur mise en œuvre comme fluides caloporteurs.

- 5 Ainsi, l'invention concerne, selon un premier de ses aspects, l'utilisation d'une composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée à titre de fluide caloporteur.

Dans le cadre de la présente invention, l'expression « huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée », également appelée plus simplement dans la suite du texte « huile re-raffinée »,
10 « huile régénérée » ou encore « huile recyclée », désigne une huile issue au moins en partie d'une composition lubrifiante usagée ayant été soumise à une ou plusieurs étapes de traitement connues comme traitement de re-raffinage.

On entend désigner selon l'invention par « composition lubrifiante usagée » (ou plus simplement « lubrifiant usagé » ou encore « huile lubrifiante usagée »), toute composition
15 lubrifiante ayant été utilisée pour la lubrification de pièces en mouvement, en particulier de pièces métalliques, d'un système mécanique, tels que et de façon non limitative les roulements, les engrenages ou les moteurs.

Une huile lubrifiante usagée peut provenir de différentes sources. En particulier, comme détaillé dans la suite du texte, il peut s'agir d'un lubrifiant ayant servi à la lubrification d'un
20 système de motorisation, en particulier « mobile », ou encore à la lubrification d'un système dit industriel, en particulier « stationnaire ».

Du fait de leur origine, les huiles lubrifiantes usagées, en particulier les huiles lubrifiantes moteurs, comprennent un certain nombre de produits de dégradation dérivés de l'huile elle-même ou des additifs qu'elle contient, ainsi que des particules de métal, des oxydes
25 métalliques et autres éléments, issus par exemple du moteur. Une huile usagée peut contenir en particulier une teneur élevée en éléments indésirables, par exemple en calcium (Ca), en fer (Fe), en magnésium (Mg), en sodium (Na), en nickel (Ni), en phosphore (P), en silicium (Si), en chlore (Cl), en zinc (Zn) etc.

Des méthodes de re-raffinage ou de reconditionnement d'huiles lubrifiantes usagées ont été
30 développées, afin de régénérer ces huiles et permettre leur réutilisation ultérieure.

Une huile lubrifiante re-raffinée est ainsi une huile obtenue à l'issue d'une ou plusieurs étapes de traitement d'un lubrifiant usagé, visant à éliminer, au moins en partie, un certain

nombre d'éléments contaminants qui y sont présents, tels que la poussière, l'eau, des fractions de carburant, des éléments métalliques et autres résidus issus de la dégradation des additifs présents dans le lubrifiant.

- 5 A la connaissance des inventeurs, il n'a jamais été proposé de mettre en œuvre une huile lubrifiante recyclée pour formuler un fluide caloporteur.

La mise en œuvre selon l'invention d'une huile lubrifiante re-raffinée comme liquide de transfert de chaleur s'avère avantageuse à plusieurs titres.

- D'une part, comme illustré dans les exemples qui suivent, les inventeurs ont montré que les
10 huiles lubrifiantes re-raffinées présentent des propriétés thermo-physiques tout particulièrement avantageuses, en particulier en termes de volatilité, de masse volumique, d'indice de viscosité, de point éclair et de conductivité thermique, qui les rendent particulièrement adaptées comme fluides caloporteurs.

- De manière surprenante, les huiles lubrifiantes recyclées présentent même des propriétés
15 thermo-physiques pour leur usage en tant que fluide de transfert de chaleur, supérieures à celles d'huiles de base raffinées, autrement dit d'huiles de base vierges ou neuves.

Une huile de base raffinée, dite encore huile de base « vierge » ou « neuve », à la différence des huiles lubrifiantes re-raffinées, est une huile directement issue du raffinage pétrolier et n'ayant pas encore été utilisée.

- 20 D'autre part, de manière avantageuse, la mise en œuvre, à titre de fluides caloporteurs, d'huiles lubrifiantes recyclées répond aux attentes actuelles de réduction de l'impact environnemental et de conservation des ressources. Ainsi, l'utilisation de fluides caloporteurs à base d'huiles lubrifiantes régénérées permet avantageusement de réduire l'empreinte carbone des produits, comparativement à la mise en œuvre d'huiles de base
25 vierges.

- Comme détaillé dans la suite du texte, la ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées peuvent être utilisées en tant que telles, c'est-à-dire seules, autrement dit sans additivation, en tant que fluide caloporteur. Dans un mode de réalisation particulier, l'invention concerne ainsi
30 l'utilisation d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée comme fluide caloporteur.

La ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées peuvent encore être utilisées en combinaison avec un ou plusieurs autres ingrédients. Elles peuvent être en particulier additivées par un ou plusieurs additifs, par exemple destinés à promouvoir la compatibilité du fluide caloporteur avec les matériaux du système auquel il est destiné, tels que par exemple et de

5 façon non limitative des additifs anti-corrosion, des additifs antioxydants, etc.

Dans le cadre de cette variante de réalisation, le fluide caloporteur selon l'invention est avantageusement formé majoritairement de la ou desdites huiles lubrifiantes re-raffinées. En particulier, la ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées peuvent représenter plus de 80 % massique de la masse totale du fluide caloporteur, en particulier plus de 90 % massique et

10 plus particulièrement plus de 95 % massique, de la masse totale du fluide caloporteur.

La ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées peuvent également être utilisées en combinaison avec au moins une huile de base neuve.

La présente invention concerne encore l'utilisation d'au moins une huile lubrifiante au moins

15 en partie re-raffinée pour formuler ou préparer un fluide caloporteur.

Elle concerne également un procédé ou une méthode de préparation d'un fluide caloporteur comprenant au moins une étape consistant à obtenir une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée à partir d'un lubrifiant usagé.

Le procédé de préparation d'un fluide caloporteur selon l'invention peut comprendre plus

20 particulièrement les étapes consistant en :

- (i) préparer une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée à partir d'un lubrifiant usagé ;
- (ii) éventuellement, mélanger ladite huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée avec une ou plusieurs huile(s) de base neuve(s), distincte(s) d'huiles lubrifiantes re-raffinées, par exemple une ou plusieurs huiles minérales ; et
- 25 (iii) éventuellement, compléter ladite huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée de l'étape (i), ou le mélange d'huiles lubrifiantes de l'étape (ii), avec au moins un additif, en particulier choisi parmi les additifs anti-corrosion, les additifs modificateur de frottement, les additifs extrême-pression, les additifs anti-usure, les détergents, les antioxydants, les agents améliorant l'indice de viscosité (VI), les agents abaissant le point d'écoulement
- 30 (PPD), les dispersants, les agents antimousse, et leurs mélanges.

Le fluide caloporteur formulé selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée peut être utilisé pour de multiples applications, en particulier comme liquide de refroidissement d'un moteur de véhicule, comme liquide caloporteur dans un circuit de climatisation ou de chauffage d'un bâtiment, etc.

- 5 Des exemples d'applications des fluides formulés selon l'invention sont décrits plus particulièrement dans la suite du texte.

En particulier, l'invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, l'utilisation d'un fluide caloporteur selon l'invention, à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, comme liquide de refroidissement dans un système de motorisation mobile
10 ou stationnaire, en particulier comme liquide de refroidissement d'un moteur de véhicule, par exemple de véhicule électrique ou hybride.

- D'autres caractéristiques, variantes et avantages de la mise en œuvre des huiles lubrifiantes au moins en partie re-raffinées pour la formulation d'un fluide caloporteur selon l'invention
15 ressortiront mieux à la lecture de la description et des exemples qui suivent, donnés à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

Les expressions « compris entre ... et ... », « allant de ... à ... », « formé de ... à ... », et « variant de ... à ... », doivent se comprendre bornes incluses, sauf mention contraire.

- 20 Dans la description et les exemples, sauf indication contraire, les pourcentages sont des pourcentages massiques. Les pourcentages sont donc exprimés en masse par rapport à la masse totale de la composition.

Description détaillée

25

Huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée

- Comme précisé précédemment, l'huile mise en œuvre pour formuler un fluide caloporteur selon l'invention est une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, dite encore « huile régénérée » ou « huile recyclée », autrement dit une huile lubrifiante issue d'une
30 composition lubrifiante usagée ayant été soumise à une ou plusieurs étapes de traitement de re-raffinage peut être utilisée selon l'invention.

Il est entendu qu'une composition lubrifiante usagée peut être un mélange de plusieurs compositions lubrifiantes usagées, provenant d'une même source ou de plusieurs sources différentes.

- 5 Les compositions lubrifiantes usagées et, par conséquent, les huiles lubrifiantes régénérées, comprennent, en quantité majoritaire, une ou plusieurs huiles de base conventionnellement utilisées dans le domaine des lubrifiants, telles que les huiles minérales, synthétiques ou naturelles, animales ou végétales ou leurs mélanges.

Il peut s'agir d'un mélange de plusieurs huiles de base, par exemple un mélange de deux,
10 trois, ou quatre huiles de base.

Ces huiles de base peuvent être d'origine naturelle, par exemple issues de plantes ou d'animaux, telles que les huiles végétales, animales, de poisson, et leurs mélanges. Des exemples de telles huiles sont l'huile de colza, l'huile de canola, l'huile de tall, l'huile de tournesol, l'huile de soja, l'huile de chanvre, l'huile d'olive, l'huile de lin, l'huile de
15 moutarde, l'huile de palme, l'huile d'arachide, l'huile de ricin, l'huile de coco, les graisses animales, et leurs mélanges.

Avantageusement, ces huiles de base sont des huiles d'origines minérales ou synthétiques appartenant aux groupes I à V selon les classes définies dans la classification API (ou leurs
20 équivalents selon la classification ATIEL) et présentées dans le tableau suivant, ou leurs mélanges.

[Tableau 1]

	Teneur en saturés	Teneur en soufre	Indice de viscosité (VI)
Groupement I Huiles minérales	< 90 %	> 0,03 %	$80 \leq VI < 120$
Groupement II Huiles hydrocraquées	≥ 90 %	$\leq 0,03$ %	$80 \leq VI < 120$
Groupement III Huiles hydrocraquées ou hydro-isomérisées	≥ 90 %	$\leq 0,03$ %	≥ 120
Groupement IV	Polyalphaoléfines (PAO)		
Groupement V	Esters et autres bases non incluses dans les groupes I à IV		

En particulier, la composition lubrifiante usagée, de laquelle dérive l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention peut comprendre au moins 50 % en poids
5 d'huile(s) de base par rapport à son poids total, en particulier au moins 60 % en poids d'huile(s) de base, et plus particulièrement entre 60 et 99 % en poids d'huile(s) de base.

Les huiles lubrifiantes re-raffinées mises en œuvre selon l'invention présentent
10 avantageusement des caractéristiques en termes de teneur en composés saturés, de teneur en soufre et d'indice de viscosité, satisfaisant les critères définis par la classification API pour les huiles des groupes I, II, III, IV et/ou V, en particulier pour les huiles des groupes I, II, III et/ou IV.

L'invention vise ainsi l'utilisation comme fluide caloporteur d'une composition formée en
15 tout ou partie d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, obtenue à l'issue d'une ou plusieurs étapes de traitement d'un lubrifiant usagé à base d'une ou plusieurs huiles des groupes I à V selon la classification API.

Selon un mode de réalisation particulier, l'huile lubrifiante re-raffinée mise en œuvre selon
20 l'invention peut être issue du traitement d'une composition lubrifiante usagée ayant été

utilisée pour la lubrification d'un système de motorisation, en particulier « mobile », c'est-à-dire incluant les véhicules légers, les véhicules poids-lourds, les machines mobiles dites « off road », ou encore les véhicules marins.

Selon un autre mode de réalisation particulier, l'huile lubrifiante re-raffinée mise en œuvre
5 selon l'invention peut être issue du traitement d'une composition lubrifiante usagée ayant été utilisée pour la lubrification d'un système dit industriel, en particulier « stationnaire », c'est-à-dire incluant de façon non limitative les turbines, les compresseurs, les systèmes hydrauliques, les engrenages, ou encore les machines de formage ou de découpe.

Une composition lubrifiante usagée, de laquelle dérive l'huile lubrifiante régénérée utilisée
10 selon l'invention, peut contenir différents additifs conventionnels dans le domaine des lubrifiants, tels que les additifs modificateurs de frottement, les additifs extrême pression, les additifs anti-usure, les détergents, les antioxydants, les améliorants de l'indice de viscosité (VI), les additifs abaisseurs du point d'écoulement (PPD), les agents dispersants, les agents anti-mousse, les épaississants, et leurs mélanges.

15 Comme déjà évoqué précédemment, les propriétés de la composition lubrifiante usagée sont dégradées du fait de son usage, pendant une période plus ou moins longue, pour la lubrification et/ou le refroidissement d'un système mécanique, en particulier un système de motorisation, tel qu'un moteur à combustion.

Du fait de leur origine, les compositions lubrifiantes usagées peuvent ainsi contenir un ou
20 plusieurs additifs décrits ci-dessus et des impuretés résultant de la dégradation d'additifs originellement présents dans le lubrifiant, ou résultant de l'usure des pièces mécaniques en mouvement.

La composition du lubrifiant usagé peut bien entendu être différente selon l'origine du lubrifiant, de sa formulation initiale et du fait qu'il ait pu être contaminé différemment en
25 fonction de son usage.

L'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention provient plus particulièrement d'une composition lubrifiante usagée ayant été soumise à une ou plusieurs étapes préalables de pré-traitement connues dans le domaine du re-raffinage des lubrifiants usagés.

30 En particulier, ces étapes de traitement visent à éliminer, au moins partiellement, l'eau, des particules solides, le carburant et/ou d'autres contaminants, tels que les hydrocarbures

aromatiques polycycliques (HAPs), qui sont indésirables dans le cadre de la formulation des lubrifiants.

Selon un mode de réalisation particulier, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention provient d'un lubrifiant usagé ayant été soumis à une ou plusieurs étapes
5 préalables de déshydratation, de distillation, de filtration, d'hydrogénation, d'extraction liquide/liquide, de décantation et/ou de passage du lubrifiant usagé sur un matériau adsorbant, de préférence telles que détaillées ci-après.

Ainsi, l'invention concerne l'utilisation, à titre de fluide caloporteur, d'une composition à
10 base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, en particulier formée d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, de préférence telle que décrite précédemment, ladite huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée étant obtenue à partir d'une composition lubrifiante usagée ayant été soumise à au moins une ou plusieurs étapes
15 de déshydratation, de distillation, de filtration, d'hydrogénation, d'extraction liquide/liquide, de décantation et/ou de passage de ladite composition lubrifiante usagée sur un matériau adsorbant, de préférence opérées dans les conditions détaillées ci-après.

De préférence, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention est obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape de déshydratation. Cette
20 étape de déshydratation permet d'éliminer l'eau éventuellement présente dans le lubrifiant usagé.

Avantageusement, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention comprend ainsi une teneur en eau inférieure ou égale à 10 % massique, en particulier inférieure ou égale à 5 % massique, notamment inférieure ou égale à 2 % massique et plus particulièrement
25 inférieure ou égale à 1 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante régénérée.

Cette déshydratation peut être mise en œuvre par toute méthode connue de l'homme du métier, par exemple par distillation, évaporation, décantation, chauffage ou passage d'un flux d'air chaud au niveau de la composition lubrifiante usagée.

30 Selon un mode de réalisation, l'étape de déshydratation peut être opérée à une température comprise entre 50 °C et 250 °C, de préférence entre 100 °C et 200 °C. En particulier, elle

peut être opérée à une pression comprise entre 50 000 et 150 000 Pa, de préférence à pression atmosphérique.

- De préférence, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention est obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape préalable de filtration. Cette filtration peut être mise en œuvre par toute méthode connue de l'homme du métier. Cette étape de filtration peut être une étape de filtration particulière ou non. Elle peut par exemple être mise en œuvre par des systèmes de type terre de diatomée.
- De préférence, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention est obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape de distillation, de préférence qui suit une étape préalable de déshydratation. La ou lesdites étapes de distillation peuvent être mises en œuvre par toute technique connue de l'homme du métier. Il peut s'agir par exemple d'une distillation atmosphérique ou encore d'une distillation sous pression réduite. Les distillations peuvent être par exemple opérées à une température comprise entre 100 °C et 500 °C, de préférence entre 200 °C et 400 °C, plus préférentiellement entre 300 °C et 380 °C. En particulier, elles peuvent être opérées à une pression comprise entre 25 et 2 000 Pa, de préférence entre 50 et 1 000 Pa, plus particulièrement entre 50 et 250 Pa.
- Avantageusement, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention est obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape préalable de passage de ladite composition lubrifiante usagée sur un matériau adsorbant. Le matériau adsorbant permet avantageusement d'adsorber sélectivement les composés aromatiques, en particulier les HAPs.
- En particulier, le passage sur un matériau adsorbant, préférentiellement sur du charbon actif, permet avantageusement de réduire la teneur en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), notamment choisis parmi chrysène, benzo[b]fluoranthène, benzo[j]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[e]pyrène, benzo[a]pyrène, dibenz[a,h]anthracène et/ou benz[a]anthracène, de la composition lubrifiante usagée.
- On entend par « passage de la composition lubrifiante usagée sur un matériau adsorbant », l'écoulement de la composition lubrifiante usagée sur le support adsorbant.

Les matériaux adsorbants peuvent être par exemple du charbon actif, des zéolites, des argiles ou des composés poreux fonctionnalisés. De préférence, il s'agit de charbon actif.

Par exemple, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre dans le procédé de l'invention peut être obtenue à partir du traitement d'une composition lubrifiante usagée selon le procédé
5 décrit dans le document WO 2018/109208.

Dans le cas du passage de la composition lubrifiante usagée sur du charbon actif, la quantité de charbon actif mise en œuvre est de préférence comprise entre 0,5 et 60 g de charbon actif par litre de composition lubrifiante usagée, de préférence entre 0,5 et 50 g/L, de préférence de 1 à 50 g/L, de préférence entre 1 et 30 g/L, par exemple entre 5 et 60g/L, de préférence
10 entre 5 et 50 g/L.

Le débit de passage de la composition lubrifiante usagée peut être compris entre 1m³/h et 15 m³/h, par exemple entre 5 et 10 m³/h.

De préférence, le charbon actif est caractérisé par une densité comprise entre 200 et 500 kg/m³, par exemple mesurée selon la norme ASTM D2854.

15 De préférence, le charbon actif est un charbon de houille, de préférence comprenant de 70 à 95 %, avantageusement de 80 à 90 % en poids de carbone.

L'étape de passage de la composition lubrifiante usagée sur un support adsorbant, de préférence sur du charbon actif, est avantageusement précédée des étapes préalables suivantes :

- 20 - une ou plusieurs étapes de distillation ; et
- une étape de filtration, en particulier telles que définies précédemment.

Avantageusement, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention peut être obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape préalable
25 d'hydrogénation (ou hydrotraitement), de préférence qui suit une étape préalable de déshydratation et/ou de distillation. La ou lesdites étapes d'hydrogénation peuvent être mises en œuvre par toute technique connue de l'homme du métier et consistent, d'une manière générale, à traiter l'huile lubrifiante avec de l'hydrogène généralement en présence d'un catalyseur d'hydrotraitement. Un tel catalyseur peut contenir par exemple au moins un oxyde
30 ou un sulfure d'au moins un métal de groupe VI et/ou d'au moins un métal du groupe VIII, tel que le molybdène, le tungstène, le nickel ou le cobalt, et un support, par exemple l'alumine, la silice-alumine ou une zéolithe.

Avantageusement, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention peut être obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape préalable d'extraction liquide/liquide par un solvant, de préférence qui suit une étape préalable de
5 déshydratation et/ou de distillation. En particulier, l'extraction liquide/liquide par un solvant permet avantageusement d'éclaircir une huile usagée de couleur sombre, d'éliminer au moins en partie la mauvaise odeur ou les composés aromatiques, en particulier les HAPs. La ou lesdites étapes d'extraction peuvent être mises en œuvre par toute technique connue de l'homme du métier. L'extraction est généralement réalisée dans un mélangeur-décanteur ou
10 dans une colonne d'extraction, à l'aide d'un solvant d'extraction approprié.

Avantageusement, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention peut être obtenue en soumettant une composition lubrifiante usagée à au moins une étape préalable de
15 décantation. La ou lesdites étapes de décantation peuvent être mises en œuvre par toute technique connue de l'homme du métier.

Il est entendu que l'invention n'est nullement limitée à la mise en œuvre des huiles régénérées obtenues suivant les méthodes de traitement décrites précédemment. D'autres huiles lubrifiantes au moins en partie re-raffinées, par exemple de groupe I et/ou II, issues
20 d'étapes de traitement différentes de celles décrites ci-dessus, peuvent convenir à l'invention.

En tout état de cause, une huile lubrifiante re-rafinée mise en œuvre selon l'invention se distingue d'une huile lubrifiante usagée, notamment du fait de la teneur réduite en certains
25 éléments contaminants indésirables, par exemple en eau, en carburant, en éléments métalliques ou encore en certains hétéroatomes.

Une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention est notamment caractérisée par une teneur en silicium comprise entre 0 ppm et 300 ppm, notamment comprise entre 1
et 300 ppm.

30 Une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention est notamment caractérisée par une teneur en phosphore inférieure ou égale à 100 ppm, en particulier comprise entre 0 ppm et 100 ppm, par exemple de 0 ppm.

Une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention peut également être caractérisée par sa teneur en un ou plusieurs autres éléments choisis parmi le chlore, l'oxygène et l'azote. Elle peut par exemple présenter une teneur en chlore comprise entre 0 ppm et 50 ppm, par exemple de 0 ppm.

- 5 La teneur en ces éléments peut être évaluée par toute méthode connue de l'homme du métier, par exemple par fluorescence X (XRF), ou encore par spectroscopie Infrarouge ou Ultraviolet.

- 10 D'autre part, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention se distingue, du fait de sa formation à partir d'un lubrifiant usagé, d'une huile de base vierge ou neuve, huile directement issue du raffinage pétrolier, ou encore d'huiles de base native, par exemple d'origine naturelle, tant au niveau de sa composition que de ses propriétés physico-chimiques.

- 15 En particulier, comme indiqué précédemment, de manière surprenante, une huile lubrifiante régénérée présente d'excellentes propriétés thermo-physiques et hydrauliques, en particulier en termes d'indice de viscosité, de masse volumique, de volatilité Noack, de point éclair et/ou de conductivité thermique, et avantageusement des propriétés thermo-physiques et hydrauliques supérieures à celles d'une huile de base vierge.

- 20 De préférence, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède une viscosité cinématique mesurée à 100 °C selon la norme ASTM D445 comprise entre 2 et 12 mm²/s⁻¹, en particulier entre 3 et 10 mm²/s⁻¹.

- De préférence, la viscosité cinématique mesurée à 100 °C selon la norme ASTM D445 de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée est supérieure ou égale à 5 mm²/s, par
25 exemple comprise entre 5 et 12 mm²/s, plus particulièrement entre 5 et 10 mm²/s.

Avantageusement, l'huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède une viscosité cinématique mesurée à 40 °C selon la norme ASTM D445 comprise entre 20 et 40 mm²/s, en particulier entre 25 et 35 mm²/s.

- 30 De préférence, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède un indice de viscosité supérieur ou égal à 110. L'indice de viscosité de l'huile lubrifiante au

moins en partie re-raffinée peut ainsi être compris entre 110 et 130, en particulier entre 112 et 125.

L'indice de viscosité peut en particulier être déterminé selon la norme NF ISO 2909.

- 5 De préférence, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède une volatilité Noack inférieure ou égale à 15 %. La volatilité Noack de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée peut ainsi être comprise entre 8 % et 15 %.

Plus préférentiellement, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède une volatilité Noack strictement inférieure à 12 %. La volatilité Noack de l'huile

- 10 lubrifiante au moins en partie re-raffinée peut ainsi être comprise entre 8 % et 11,9 %.

La volatilité Noack peut notamment être déterminée selon la norme CEC L-40-93.

De préférence, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention présente une teneur en soufre comprise entre 0,02 % et 0,2 % massique, par rapport à la masse totale de

- 15 ladite huile lubrifiante régénérée.

De préférence, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention présente une teneur en composé(s) aromatique(s), supérieure ou égale à 0,5 % massique, en particulier supérieure ou égale à 1 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante

- 20 régénérée. La teneur en composé(s) aromatique(s) dans l'huile lubrifiante régénérée peut ainsi être comprise entre 1 % et 25 % massique, en particulier entre 2,5 % et 20 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante régénérée.

Les teneurs en ces différents éléments peuvent être déterminées selon toute méthode connue de l'homme du métier, par exemple par fluorescence X (RFX) ou encore par spectroscopie Infrarouge ou Ultraviolet.

- 25

L'huile lubrifiante re-raffinée mise en œuvre selon l'invention présente avantageusement au moins une, au moins deux, au moins trois, voire l'ensemble des caractéristiques suivantes :

- 30 - une viscosité cinématique mesurée à 100 °C selon la norme ASTM D445 supérieure ou égale à 5 mm²/s, par exemple comprise entre 5 et 12 mm²/s, plus particulièrement entre 5 et 10 mm²/s ;

- un indice de viscosité supérieur ou égal à 110, notamment compris entre 110 et 130, en particulier entre 112 et 125 ;
- une volatilité Noack inférieure ou égale à 15 %, en particulier comprise entre 8 % et 15 %, de préférence strictement inférieure à 12 %, plus particulièrement comprise entre 8 % et 11,9 % ;
- une teneur en soufre comprise entre 0,01 % et 0,3 % massique, en particulier comprise entre 0,02 % et 0,2 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante régénérée ;
- une teneur en composé(s) aromatique(s) supérieure ou égale à 0,5 % massique, notamment supérieure ou égale à 1 % massique, en particulier comprise entre 1 % et 25 % massique, plus particulièrement entre 2,5 % et 20 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante régénérée.

Avantageusement, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède une masse volumique inférieure ou égale à 870 kg/m^3 , en particulier inférieure ou égale à 860 kg/m^3 . La masse volumique de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée peut ainsi être comprise entre 830 et 870 kg/m^3 , en particulier entre 840 et 860 kg/m^3 .

La masse volumique peut en particulier être déterminée selon la norme NF EN ISO 12185.

Avantageusement, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède un point éclair supérieur ou égal à 225°C , en particulier supérieur ou égal à 228°C . Le point éclair de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée peut ainsi être compris entre 225°C et 245°C .

Le point éclair peut en particulier être déterminé selon la norme NF EN ISO 2592.

Avantageusement, une huile lubrifiante régénérée mise en œuvre selon l'invention possède une conductivité thermique, mesurée à 100°C et à pression atmosphérique, supérieure ou égale à 125 mW/mK , en particulier supérieure ou égale à 128 mW/mK . La conductivité thermique de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée peut ainsi être comprise entre 125 et 145 mW/mK , en particulier entre 128 et 140 mW/mK .

La conductivité thermique peut notamment être déterminée selon la norme ASTM D7896-19.

Du fait de ces propriétés en termes d'indice de viscosité, de densité, de conductivité thermique, de point éclair, de volatilité Noack et de densité, les huiles lubrifiantes re-raffinées mises en œuvre selon l'invention présentent d'excellentes performances à la fois
5 en termes d'efficacité de transfert de chaleur et de performances hydrauliques, et avantageusement des performances accrues comparativement aux huiles de base vierges.

Un indice de viscosité élevé permet notamment de disposer d'un fluide caloporteur dont la viscosité varie peu avec la température, assurant ainsi de bonnes propriétés hydrauliques du fluide caloporteur. Ainsi, le fluide caloporteur selon l'invention peut être mis en œuvre dans
10 des systèmes pouvant être soumis à de fortes variations de températures, par exemple comme liquide de refroidissement dans des véhicules, et reste pompable sur la plage de températures dans laquelle il doit circuler dans ledit système.

En particulier, les huiles lubrifiantes re-raffinées présentent avantageusement une densité faible, en particulier plus faible que celle des huiles de base vierges, et un indice de viscosité
15 élevé, en particulier plus élevé que celui des huiles de base vierges, ce qui permet de réduire les coûts de pompage, tout en ayant de meilleures propriétés thermiques.

Fluide caloporteur

Comme évoqué précédemment, la ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées mises en œuvre
20 selon l'invention, en particulier telles que définies et caractérisées précédemment, peuvent être utilisées en tant que telles comme fluide caloporteur, ou être formulées dans une composition destinée à être utilisée à titre de fluide caloporteur.

La composition utilisée à titre de fluide caloporteur peut ainsi comprendre une ou plusieurs huiles de base distinctes de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée et/ou un ou
25 plusieurs additifs.

Dans un mode de réalisation particulier, la ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées peuvent être formulées en combinaison avec une ou plusieurs huiles de base distinctes, en particulier une ou plusieurs huiles de base neuves.

Elles sont en particulier choisies parmi les huiles de base conventionnellement utilisées dans
30 le domaine des lubrifiants, telles que les huiles minérales, synthétiques ou naturelles, animales ou végétales ou leurs mélanges.

Avantageusement, ces huiles de base sont des huiles d'origines minérales ou synthétiques appartenant aux groupes I à V selon les classes définies dans la classification API (ou leurs équivalents selon la classification ATIEL) et présentées dans le tableau 1 ci-dessus, ou leurs mélanges.

- 5 Une composition mise en œuvre selon l'invention peut ainsi comprendre, voire être formée, d'un mélange d'une ou plusieurs huiles lubrifiantes au moins en partie re-raffinées et d'une ou plusieurs huiles de base neuve, par exemple d'au moins une huile minérale.

- En particulier, une composition mise en œuvre selon l'invention peut comprendre entre 0 %
10 et 80 % massique, en particulier entre 5 % et 75 % massique d'huile(s) de base neuve(s), distincte(s) d'huiles lubrifiantes re-raffinées requise selon l'invention et définie ci-dessus, par rapport au poids total de la composition.

- Selon un mode de réalisation particulier, une composition mise en œuvre comme fluide caloporteur selon l'invention comprend moins de 50 % massique d'huile(s) de base neuve(s),
15 distincte(s) d'huiles lubrifiantes re-raffinées.

- De préférence, une composition mise en œuvre à titre de fluide caloporteur selon l'invention est formée majoritairement de la ou desdites huiles lubrifiantes re-raffinées. En particulier, la ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées représentent avantageusement plus de 80 % massique de la masse totale du fluide caloporteur, en particulier plus de 90 % massique et
20 plus particulièrement plus de 95 % massique, de la masse totale du fluide caloporteur.

- Ainsi, une composition mise en œuvre à titre de fluide caloporteur selon l'invention comprend avantageusement plus de 80 % massique, en particulier entre 90 % et 100 % massique, plus particulièrement entre 95 % et 100 % massique d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, par rapport à la masse totale de la composition.

- 25 Dans un mode de réalisation particulier, une composition mise en œuvre à titre de fluide caloporteur selon l'invention est totalement dénuée d'huile de base distincte d'huiles lubrifiantes re-raffinées.

- Dans un mode de réalisation particulier, une composition mise en œuvre à titre de fluide
30 caloporteur selon l'invention peut comprendre, outre la ou lesdites huiles lubrifiantes re-raffinées, un ou plusieurs additifs, en particulier destinés à promouvoir la compatibilité du fluide caloporteur avec les matériaux du système auquel il est destiné.

Ces additifs peuvent notamment être choisis parmi les additifs anti-corrosion, les additifs modificateur de frottement, les additifs extrême-pressure, les additifs anti-usure, les détergents, les antioxydants, les agents améliorant l'indice de viscosité (VI), les agents abaissant le point d'écoulement (PPD), les dispersants, les agents antimousse, et leurs
5 mélanges.

Ces additifs peuvent être ajoutés à la ou lesdites huiles de base régénérées mises en œuvre selon l'invention ou encore au mélange de la ou desdites huiles de base régénérées et d'au moins une huile de base neuve en une quantité appropriée, déterminée par l'homme du métier. Il est entendu que la nature et la quantité des additifs mis en œuvre sont choisies de
10 telle manière que les propriétés avantageuses, en tant que fluide d'échange de chaleur, de la composition à base de la ou desdites huiles lubrifiantes re-raffinées, ne soient pas ou substantiellement pas altérées par l'adjonction envisagée.

Une composition mise en œuvre à titre de fluide caloporteur selon l'invention peut
15 comprendre entre 0 % et 20 % massique, en particulier entre 0,01 % et 10 % massique, d'additifs, en particulier tels que décrits ci-dessus, par rapport au poids total de la composition.

L'invention concerne ainsi, selon un autre de ses aspects, un procédé ou une méthode de
20 préparation d'un fluide caloporteur, comprenant au moins une étape consistant à obtenir une huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée à partir d'un lubrifiant usagé.

Avantageusement, un tel procédé ou une telle méthode comprend au moins les étapes consistant à :

(i) disposer d'une huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée obtenue à partir d'un
25 lubrifiant usagé, en particulier formée en soumettant un lubrifiant usagé à au moins une ou plusieurs étapes de déshydratation, de distillation, de filtration, d'hydrogénation, d'extraction liquide/liquide, de décantation et/ou de passage du lubrifiant usagé sur un matériau adsorbant, de préférence telles que détaillées précédemment ;

(ii) éventuellement, mélanger ladite huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée avec une
30 ou plusieurs huile(s) de base neuve(s), distincte(s) d'huiles lubrifiantes re-raffinées, par exemple une ou plusieurs huiles minérales ; et

(iii) éventuellement, supplémenter ladite huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée de

l'étape (i) ou le mélange d'huiles lubrifiantes de l'étape (ii), avec au moins un additif, en particulier tel que décrit précédemment.

Applications

- 5 Comme mentionné ci-dessus, une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, particulièrement est adaptée pour sa mise en œuvre comme fluide caloporteur, de par ses propriétés thermo-physiques.

En particulier, un fluide à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée selon l'invention peut être mis en œuvre pour divers systèmes et applications, en particulier au niveau du ou
10 des circuits de fluide caloporteur, en substitution des fluides caloporteurs conventionnels.

Les circuits de fluide caloporteur comprennent classiquement des moyens de circulation forcée ou libre du fluide caloporteur, par exemple une pompe, ou tout autre moyen équivalent, et des moyens d'évacuation, tels que par exemple des échangeurs ou tout autre moyen équivalent permettant la diffusion des calories.

- 15 L'invention n'est ainsi pas limitée à une application particulière des fluides formulés selon l'invention, le développement qui suit étant donné uniquement à titre illustratif et non limitatif.

En particulier, la présente invention se rapporte à l'utilisation d'une composition à base d'au
20 moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée comme fluide de transfert de chaleur, dit encore liquide d'échange de chaleur, dans un système mécanique mobile ou stationnaire, autrement dit pour transférer la chaleur dans un système mécanique mobile ou stationnaire.

- 25 Un fluide selon l'invention peut par exemple être mis en œuvre pour assurer les échanges thermiques dans des systèmes mécaniques « stationnaires », tels que les chaudières, les climatiseurs, en particulier dans les centres de traitement de données (« Data Centers » en langue anglaise), les capteurs solaires thermiques, les capteurs solaires photovoltaïques, les radiateurs de circuits électriques, notamment de transformateurs électriques, les centrales
30 électriques thermiques au charbon, au fioul, au gaz ou nucléaires, les échangeurs de chaleur d'eaux usées, les turbines, les compresseurs, les systèmes hydrauliques, les engrenages ou encore les machines de formage ou de découpe.

Un fluide selon l'invention peut par exemple également être mis en œuvre pour assurer les échanges thermiques dans des systèmes mécaniques « mobiles », incluant les organes des véhicules légers, des véhicules poids-lourds, des machines mobiles dites « off road », ou encore des véhicules marins, en particulier leurs systèmes de motorisation.

5

L'invention concerne en particulier un procédé ou une méthode pour transférer la chaleur dans un système mécanique mobile ou stationnaire, en particulier tel que décrit ci-dessus, comprenant au moins une étape de mise en circulation au niveau dudit système mécanique, à titre de fluide caloporteur, d'une composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, en particulier telle que décrite précédemment.

10

Un tel procédé ou une telle méthode comprend en particulier les étapes consistant en :

a) disposer d'une composition comprenant, voire étant formée d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, en particulier telle que définie précédemment ;

b) mettre en œuvre ladite composition de l'étape a) au niveau d'un système mécanique, en particulier tel que décrit précédemment, plus particulièrement au niveau d'un ou plusieurs circuits de fluide caloporteur ; et

15

c) mettre en circulation ladite composition pour assurer les échanges thermiques au cours du fonctionnement dudit système mécanique.

20

Selon un mode de réalisation avantageux, le fluide formulé selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée est utilisé comme liquide de refroidissement.

A titre d'illustration d'application envisageable, le fluide formulé selon l'invention peut être mise en œuvre comme liquide de refroidissement, de pièces en mouvement dans un système mécanique, et plus particulièrement au niveau d'un système de motorisation mobile ou stationnaire.

25

Un fluide caloporteur à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée selon l'invention peut ainsi être mis en œuvre comme liquide de refroidissement pour le refroidissement d'engrenages, de roulements, de paliers, tels que des paliers à roulement ou à glissement ou encore de moteurs.

30

Par « système de motorisation » au sens de la présente invention, on entend désigner un système comprenant toutes les pièces mécaniques nécessaires à l'application mobile ou stationnaire visée et incluant au moins un moteur. Il peut s'agir d'un système de motorisation

à combustion, à gaz, notamment à hydrogène, à ammoniac, électrique ou hybride, suivant la nature du ou des moteurs inclus dans le système de motorisation : moteur à combustion, à gaz, notamment à hydrogène, à ammoniac et/ou électrique.

Par « système de propulsion » au sens de la présente invention, on entend désigner un système comprenant les pièces mécaniques nécessaires à la propulsion d'un véhicule. Le système de propulsion englobe plus particulièrement un moteur, par exemple un moteur électrique comprenant l'ensemble rotor-stator de l'électronique de puissance (dédié à la régulation de la vitesse), une transmission et éventuellement une batterie. La batterie est elle-même généralement constituée d'un ensemble d'accumulateurs électriques, appelés cellules.

Également, un fluide caloporteur à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée selon l'invention peut être mis en œuvre comme liquide de refroidissement pour refroidir la batterie présente dans un véhicule électrique ou hybride.

A titre d'exemple d'application, un fluide caloporteur selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée peut être mis en œuvre pour le refroidissement d'un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, et plus particulièrement du moteur, de l'électronique de puissance, de la transmission et/ou de la batterie.

Dans une autre variante d'application, un fluide selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée peut être utilisé à titre de liquide de refroidissement, dans le travail des métaux, tel l'aluminium, l'acier, l'acier inoxydable, l'acier galvanisé, les métaux jaunes, en particulier dans toute opération d'usinage des métaux, par exemple dans des procédés de conformation, de découpe, de jointage ou toute autre transformation du métal telle que le formage, l'estampage, le laminage, etc.

De telles compositions mises en œuvre dans des procédés d'usinage des métaux, sont également couramment désignées sous les dénominations « compositions ou fluides de travail des métaux », « fluides d'usinage » ou encore « fluides de coupe ».

Dans une autre variante d'application, un fluide selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-raffinée peut être utilisé, en particulier à titre de liquide de refroidissement dans un système hydraulique. Il permet ainsi d'assurer le transfert thermique entre les différents organes d'un système hydraulique, en particulier dans des actionneurs hydrauliques (cylindres/moteurs) ou des assemblages de machines sur demande.

Enfin, au regard des propriétés rhéologiques des huiles lubrifiantes re-raffinées mises en œuvre selon l'invention, une composition selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-rafinée peut être utilisée conjointement à titre de fluide caloporteur, en particulier à titre de liquide de refroidissement, et comme lubrifiant, pour l'ensemble des systèmes mécaniques décrits ci-dessus, par exemple dans un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride et/ou dans un système hydraulique.

En effet, une composition selon l'invention à base d'au moins une huile lubrifiante re-rafinée permet d'accéder conjointement à de bonnes propriétés en termes de refroidissement et de lubrification des pièces de tels systèmes mécaniques, en particulier dans un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, tel qu'un moteur électrique d'un véhicule électrique ou hybride.

La présente invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, un dispositif de transfert de chaleur ou de gestion thermique, dans lequel une composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée est mise en œuvre à titre de fluide caloporteur.

En particulier, le dispositif met en œuvre au moins un circuit de transfert de chaleur ou de gestion thermique dans lequel la composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée est mise en œuvre.

Selon l'invention, les caractéristiques particulières, avantageuses ou préférées de ces huiles et compositions, permettent de définir des utilisations selon l'invention qui sont également particulières, avantageuses ou préférées.

L'invention va maintenant être décrite au moyen des exemples suivants, donnés à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

Exemple

Méthode de mesure de la viscosité cinématique

La viscosité cinématique des huiles est mesurée à 40 °C (KV40) et à 100°C (KV100) à l'aide d'un viscosimètre, selon la norme NF EN ISO 3104. Cette norme est techniquement

équivalente à la norme ASTM D445. Les résultats sont exprimés en mm²/s (équivalent au centistoke, noté cSt).

Méthode de mesure de la volatilité

- 5 La volatilité permet de déterminer la perte par évaporation des huiles à haute température. Elle est déterminée par le test de volatilité NOACK, réalisé selon la norme CEC L-40-93. Au cours du test, l'échantillon d'huile est soumis à un flux d'air constant, chauffée à environ 250 °C, pendant environ 60 minutes. Le résultat est exprimé en fraction de perte pondéral, en pourcentage massique.

10

Méthode de mesure de la masse volumique

La masse volumique des huiles est mesurée à 15°C à l'aide d'un densimètre à tube en U, selon la norme NF EN ISO 12185. Elle est exprimée en kg/m³.

- 15 Méthode de mesure de l'indice de viscosité

L'indice de viscosité est un rapport sans dimension, qui donne une indication quant à la variation de la viscosité des huiles en fonction de la température. Celui-ci est calculé à partir des valeurs de viscosités cinématiques à 40 °C et à 100°C, selon la norme NF ISO 2909. Plus cet indice est élevé, et moins la viscosité des huiles est influencée par des variations de

20 température.

Méthode de mesure de la conductivité thermique

- La conductivité thermique, souvent notée λ , caractérise la capacité de l'huile à diffuser la chaleur dans les milieux. Elle est mesurée par une méthode transitoire de conductivité
- 25 thermique liquide à fil chaud, selon la norme ASTM D7896-19. Elle est exprimée en mW/mK.

Méthode de mesure du point éclair

- Le point éclair donne une indication de la capacité d'un produit à constituer un mélange
- 30 inflammable avec l'air dans des conditions contrôlées. Il est déterminé à l'aide d'un appareil Cleveland à vase ouvert, selon la norme NF EN ISO 2592. Le point éclair à la pression atmosphérique ambiante est la température la plus basse à laquelle le passage d'une flamme

au-dessus du vase d'essai comprenant l'huile provoque l'inflammation des vapeurs au-dessus de la surface du liquide. Il est exprimé en degré Celsius.

Méthode de mesure de la teneur en soufre et en composés aromatiques

- 5 Les teneurs en soufre et en composés aromatiques dans l'huile sont déterminées par spectroscopie infrarouge ou ultraviolet.

Exemple 1

- 10 Les propriétés de six huiles lubrifiantes re-raffinées **I1** à **I6**, conformes à l'invention et disponibles commercialement, ont été évaluées.

Ces huiles sont obtenues à partir d'huiles de base usagées et ayant subies au moins une étape de déshydratation, de distillation, de filtration, d'hydrogénation, d'extraction liquide/liquide, de décantation et/ou de passage du lubrifiant usagé sur un matériau adsorbant, en particulier au moins une étape de déshydratation, de distillation, d'extraction liquide/liquide et/ou

15 d'hydrogénation.

Trois huiles lubrifiantes neuves **C1** à **C3**, non conformes à l'invention car n'ayant subies aucune étape de recyclage ou de re-raffinage, ont également été évaluées.

Ces huiles sont des huiles de base de groupes I ou II selon la classification API, disponibles commercialement.

20

En particulier, les viscosités cinématiques à 40 °C et à 100 °C, l'indice de viscosité, la densité, la volatilité, le point-éclair et la conductivité thermique de ces huiles ont été mesurées selon les protocoles détaillés ci-dessus.

- 25 Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 pour les huiles re-raffinées et vierges dont les caractéristiques sont équivalentes à celles définies par la classification API pour les huiles de base de groupe I et dans le Tableau 3 pour les huiles re-raffinées et vierges dont les caractéristiques sont équivalentes à celles définies par la classification API pour les huiles de base de groupe II, ci-dessous.

- 30 [Tableau 2]

Huile	I1	I2	I3	I4	I5	C1
KV40 [mm ² /s]	33,0	27,9	29,4	26,5	29,1	31,3
KV100 [mm ² /s]	5,9	5,2	5,4	5,0	5,4	5,3
Indice de viscosité	122	118	118	114	119	102
Masse volumique [kg/m ³]	849,3	851	854,1	850,9	854,1	872,5
Volatilité Noack [%]	7,2	9,4	11,6	10,6	-	13,1
Point éclair [°C]	236	228	230	230	228	224
Conductivité thermique [mW/mK]	131,3	129,3	-	131,4	128,4	124,3
Teneur en soufre [%]	0,11	0,16	0,06	0,06	0,15	0,26
Teneur en aromatique [%]	7,2	-	12,5	17,5	9,8	15

[Tableau 3]

Huile	I6	C2	C3
KV40 [mm ² /s]	28,2	30,1	-
KV100 [mm ² /s]	5,6	5,4	5,0
Indice de viscosité	120	115	-
Masse volumique [kg/m ³]	849,5	852,8	-
Volatilité Noack [%]	10,9	12	-
Point éclair [°C]	230	222	-
Conductivité thermique [mW/mK]	133,2	126,7	127,6
Teneur en soufre [%]	0,02	< 0,0003	< 0,001
Teneur en aromatique [%]	9	0,4	0,002

5

Résultats

Toutes les huiles au moins en partie re-raffinées requises selon l'invention présentent un indice de viscosité et une conductivité thermique supérieurs ainsi qu'une masse volumique plus faible, comparativement à des huiles vierges ne convenant pas à l'invention, et dont les propriétés sont par ailleurs équivalentes.

10

Par conséquent, les huiles au moins en partie re-raffinée présentent des propriétés thermophysiques tout particulièrement avantageuses, permettant d'accéder à des performances en

tant que fluides de transfert de chaleur supérieures à celles d'huiles lubrifiantes neuves, n'ayant subies aucun recyclage.

Une masse volumique plus faible et un indice de viscosité élevé permettent également d'assurer de bonnes performances hydrauliques, en particulier de réduire les coûts associés
5 au pompage de ces huiles au cours de leur mise en œuvre comme fluide caloporteur. En outre, les huiles au moins en partie re-raffinées présentent de meilleures propriétés en termes d'économie d'énergie, en particulier de carburant, que les huiles lubrifiantes neuves.

Par ailleurs, les huiles au moins en partie re-raffinées requises selon l'invention présentent une volatilité réduite et un point éclair plus élevé comparativement à ceux mesurés pour les
10 huiles ne convenant pas à l'invention. Par conséquent, les huiles au moins en partie re-raffinées permettent une sécurité accrue par rapport aux huiles lubrifiantes neuves.

En conclusion, une huile lubrifiante au moins en partie re-rafinée présente des propriétés tout particulièrement avantageuses, en particulier supérieures à celles d'une huile neuve, permettant son utilisation en tant que fluide caloporteur, notamment comme liquide de
15 refroidissement.

Revendications

1. Utilisation d'une composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée à titre de fluide caloporteur.
2. Utilisation selon la revendication précédente, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins
5 en partie re-raffinée provient d'un lubrifiant usagé ayant été soumis à une ou plusieurs étapes préalables de déshydratation, de distillation, de filtration, d'hydrogénation, d'extraction liquide/liquide, de décantation et/ou de passage du lubrifiant usagé sur un matériau adsorbant.
3. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle
10 l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée présente une viscosité cinématique, mesurée à 100 °C selon la norme ASTM D445, supérieure ou égale à 5 mm²/s, en particulier comprise entre 5 et 12 mm²/s, plus particulièrement entre 5 et 10 mm²/s.
4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée possède un indice de viscosité supérieur ou
15 égal à 110, notamment compris entre 110 et 130, en particulier entre 112 et 125.
5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée possède une volatilité Noack inférieure ou égale à 15 %, en particulier comprise entre 8 % et 15 %, de préférence strictement inférieure à 12 %, et plus particulièrement comprise entre 8 % et 11,9 %.
- 20 6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée présente une teneur en soufre comprise entre 0,02 % et 0,2 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante régénérée.
7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée présente une teneur en composé(s)
25 aromatique(s) supérieure ou égale à 0,5 % massique, notamment supérieure ou égale à 1 % massique, en particulier comprise entre 1 % et 25 % massique, plus particulièrement entre 2,5 % et 20 % massique, par rapport à la masse totale de ladite huile lubrifiante régénérée.
8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée possède une masse volumique inférieure ou
30 égale à 870 kg/m³, notamment comprise entre 830 et 870 kg/m³, en particulier inférieure ou égale à 860 kg/m³, et plus particulièrement comprise entre 840 et 860 kg/m³.

9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée possède une conductivité thermique, mesurée à 100 °C et à pression atmosphérique, supérieure ou égale à 125 mW/mK, notamment comprise entre 125 et 145 mW/mK, en particulier supérieure ou égale à 128 mW/mK et plus particulièrement comprise entre 128 et 140 mW/mK.
10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ladite composition comprend une ou plusieurs huiles de base distinctes de l'huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée et/ou un ou plusieurs additifs, en particulier choisis parmi les additifs anti-corrosion, les additifs modificateur de frottement, les additifs extrême-pression, les additifs anti-usure, les détergents, les antioxydants, les agents améliorant l'indice de viscosité (VI), les agents abaissant le point d'écoulement (PPD), les dispersants, les agents antimousse, et leurs mélanges.
11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ladite composition comprend plus de 80 % massique, en particulier entre 90 % et 100 % massique et plus particulièrement entre 95 % et 100 % massique d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, par rapport à la masse totale de ladite composition.
12. Procédé pour transférer la chaleur dans un système mécanique mobile ou stationnaire, comprenant au moins une étape de mise en circulation au niveau dudit système mécanique, à titre de fluide caloporteur, d'une composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, en particulier telle que définie dans l'une quelconque des revendications 2 à 10.
13. Dispositif de transfert de chaleur ou de gestion thermique, dans lequel une composition à base d'au moins une huile lubrifiante au moins en partie re-raffinée, en particulier telle que définie dans l'une quelconque des revendications 2 à 10, est mise en œuvre à titre de fluide caloporteur.