

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 décembre 2024 (19.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/256785 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C10M 173/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2024/050775

(22) Date de dépôt international :
13 juin 2024 (13.06.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2305961 13 juin 2023 (13.06.2023) FR

(71) Déposant : **TOTALENERGIES ONETECH** [FR/FR] ;
la Défense 6 2 Place Jean Millier, 92400 COURBEVOIE
(FR).

(72) Inventeurs : **OBRECHT, Nicolas** ; CENTRE DE RE-
CHERCHE DE SOLAIZE CHEMIN DU CANAL BP 22,
69360 SOLAIZE (FR). **RISS, Arnaud** ; CENTRE DE RE-
CHERCHE DE SOLAIZE CHEMIN DU CANAL BP 22,
69360 SOLAIZE (FR).

(74) Mandataire : **MARTIN-CHARBONNEAU, Virginie** et
al. ; CASALONGA, 31 Rue de Fleurus, 75006 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,

NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, CV, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues (règle 48.2(h))

(54) Title: USE OF AN AQUEOUS COMPOSITION FOR LUBRICATING THE INTERNAL PARTS OF A HYDROGEN OR AM-
MONIA ENGINE

(54) Titre : UTILISATION D'UNE COMPOSITION AQUEUSE POUR LUBRIFIER LES PARTIES INTERNES D'UN MOTEUR
À HYDROGÈNE OU À AMMONIAC

(57) Abstract: The present invention relates to the use, for lubricating a drive system comprising an internal combustion engine supplied with a non-hydrocarbon fuel selected from hydrogen and/or ammonia, of a composition comprising water, at least 10% by mass of one or more polyalkylene glycols with a weight-average molar mass of at least 1500 g.mol⁻¹, said composition comprising a content of antifreeze additive(s), selected from glycols, aliphatic monoethers of said glycols and polyhydric aliphatic alcohols, of strictly less than 1% by mass. The invention also relates to a method for lubricating moving components in a drive system including an internal combustion engine supplied with at least one non-hydrocarbon fuel selected from hydrogen and ammonia, comprising a step of bringing at least said components into contact with such a composition.

(57) Abrégé : Utilisation d'une composition aqueuse pour lubrifier les parties internes d'un moteur à hydrogène ou à ammoniac La présente invention a pour objet l'utilisation pour lubrifier un système de motorisation comprenant un moteur à combustion interne alimenté par un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et/ou l'ammoniac, d'une composition comprenant de l'eau, au moins 10 % massique d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse molaire moyenne en poids d'au moins 1500 g.mol⁻¹; ladite composition comprenant une teneur en additif(s) antigel choisi(s) parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et des alcools aliphatiques polyhydriques, strictement inférieure à 1% massique. L'invention a également pour objet une méthode de lubrification des pièces en mouvement dans un système de motorisation incluant un moteur à combustion interne alimenté par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac, comprenant une étape de mise en contact d'au moins desdites pièces avec une telle composition.



WO 2024/256785 A1

DESCRIPTION

TITRE : Utilisation d'une composition aqueuse pour lubrifier les parties internes d'un moteur à hydrogène ou à ammoniac

5

La présente invention porte sur l'utilisation d'une composition lubrifiante aqueuse particulière pour lubrifier un système de motorisation comprenant un moteur à combustion interne alimenté par un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et/ou l'ammoniac.

10

La présente invention porte également sur une méthode de lubrification d'un moteur à combustion interne alimenté par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac, comprenant une étape de mise en contact d'au moins une pièce interne du moteur avec une composition, telle que décrite ci-après.

15

ETAT DE L'ART ANTERIEUR

Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre générées par la combustion de carburants à base d'hydrocarbures, la communauté internationale étudie l'utilisation de carburants alternatifs à faibles émissions de dioxyde de carbone. Dans cette perspective, l'hydrogène et l'ammoniac sont considérés comme des solutions prometteuses notamment pour les secteurs des transports (notamment le transport maritime) et la production d'électricité dans les turbines à gaz.

20

L'hydrogène et l'ammoniac présentent de multiples avantages, incluant de manière non limitative :

25

- Il s'agit de carburants entièrement décarbonés qui peuvent être produits via différentes technologies, y compris à partir d'électricité d'origine renouvelable ;

30

- Leur combustion ne génère pas d'émissions de dioxyde de carbone CO₂, de gaz soufrés (SO_x), d'hydrocarbures imbrûlés, ni de particules ;
- Ils peuvent être utilisés dans des moteurs et des dispositifs de chauffage existant, moyennant quelques adaptations.

Toutefois, les moteurs à combustion interne sont généralement lubrifiés par des compositions lubrifiantes qui sont essentiellement

35

formulées à partir d'huiles de base et d'additifs hydrocarbonées. Les huiles de base hydrocarbonées sont issues des procédés de raffinage (pour les bases de groupes I à III selon la classification de l'API - « American Petroleum Institute ») ou de la chimie de synthèse comme les polyalphaoléfines (PAO, ou huiles de base du groupe IV selon la classification API). Les huiles de base du groupe V représentent toutes les autres sources d'huiles de base non conventionnelles et sont généralement représentées par les hydrocarbures oxygénés comme les esters et les polyglycols.

Lors du fonctionnement du moteur, se produit un phénomène de combustion d'une partie du lubrifiant présent sur les pièces internes du moteur. Même si cette combustion n'est pas désirée, elle est en pratique impossible à éviter. Dans le cas des moteurs alimentés par de l'hydrogène ou de l'ammoniac, cette combustion partielle du lubrifiant conduit à des émissions notamment de dioxyde de carbone CO₂, d'hydrocarbures imbrûlés et de particules, qui sont précisément les émissions que l'on cherche à éviter avec l'emploi de ces carburants alternatifs. Ces émissions non désirées issues du lubrifiant ont un impact négatif sur le bilan environnemental des moteurs fonctionnant à l'hydrogène ou à l'ammoniac.

Il est donc souhaitable d'améliorer encore l'impact environnemental des moteurs alimentés par de l'hydrogène et/ou de l'ammoniac, et notamment de diminuer les émissions indésirables incluant le CO₂, les hydrocarbures imbrûlés et les particules.

On connaît par ailleurs des compositions de lubrifiant formulées avec des quantités plus ou moins variables d'eau, incluant des émulsions d'eau et d'huiles hydrocarbonées. Ces compositions sont essentiellement destinées à être employées dans des applications de travail des métaux ou comme fluides de transmission.

Toutefois, de telles compositions n'ont pas jusqu'à présent été utilisées pour lubrifier les parties internes des moteurs à combustion, notamment en raison des risques d'évaporation de l'eau sous le flux thermique de la combustion, qui engendre une consommation accélérée du lubrifiant incompatible avec des intervalles de vidange classiques.

De plus, il a généralement été considéré que le niveau de lubrification procuré par ces compositions aqueuses pouvait être insuffisant dans un moteur dans lequel les contraintes de frottement sont extrêmement importantes, ce qui pouvait entraîner un risque accru de casse du moteur lubrifié avec de telles compositions.

La présente invention vise à remédier aux problèmes décrits ci-avant et notamment à réduire les émissions des moteurs à combustion interne alimentés par de l'hydrogène et/ou de l'ammoniac.

La Demanderesse a maintenant découvert que des compositions aqueuses particulières, telles que définies ci-après, permettaient de lubrifier efficacement les parties internes de ces moteurs spécifiques tout en réduisant de manière importante les émissions indésirables par rapport à l'utilisation de lubrifiants classiques formulés avec une ou plusieurs bases hydrocarbonées.

La présente invention a ainsi pour objet l'utilisation, pour lubrifier un système de motorisation comprenant un moteur à combustion interne alimenté par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et/ou l'ammoniac, d'une composition comprenant :

- de l'eau;
 - au moins 10 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse molaire moyenne en poids, M_w , d'au moins 1500 g.mol^{-1} ;
- ladite composition présentant une teneur en additif(s) antigel choisi(s) parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques, strictement inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Dans la suite du texte, on désignera par « composition lubrifiante aqueuse » une composition mise en œuvre selon l'invention telle que définie ci-dessus.

La composition lubrifiante aqueuse selon l'invention permet de lubrifier de manière très efficace les différentes pièces en mouvement dans un système de motorisation, mobile ou stationnaire, incluant un

moteur à combustion interne alimenté par de l'hydrogène et/ou de l'ammoniac, ci-après dénommé « moteur à hydrogène et/ou ammoniac ».

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 à hydrogène et/ou ammoniac. Par « moteur à hydrogène et/ou ammoniac », on entend un moteur à combustion alimenté par un carburant à base d'hydrogène et/ou d'ammoniac. Il peut s'agir en particulier d'un moteur fonctionnant uniquement à l'hydrogène (moteur à hydrogène), d'un moteur fonctionnant uniquement à l'ammoniac (moteur à ammoniac), d'un moteur fonctionnant avec un mélange hydrogène, ammoniac ou d'un moteur fonctionnant à l'ammoniac et au gazole (moteur dual fuel ammoniac/gazole).

Un système de motorisation « stationnaire » au sens de l'invention est un système de motorisation incluant un moteur stationnaire, en particulier un moteur à hydrogène. Il peut trouver par exemple des applications dans des dispositifs de production d'énergie électrique.

Un système de motorisation « mobile » est plus particulièrement un système de motorisation mis en œuvre dans des véhicules, incluant les véhicules légers, les véhicules poids-lourds, les machines mobiles dites « off road », les véhicules de compétition, les véhicules ferroviaires, ou encore les véhicules marins.

Un système de motorisation mobile peut être ainsi un système de propulsion d'un véhicule.

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 au moins un moteur à hydrogène et/ou ammoniac.

La mise en œuvre des compositions lubrifiantes aqueuses selon l'invention s'avère particulièrement avantageuse à plusieurs titres.

Tout d'abord, les moteurs à hydrogène et/ou ammoniac présentent la particularité d'émettre des quantités importantes de vapeur d'eau lors de la combustion ce qui, lorsque le moteur contient une

composition lubrifiante à base hydrocarbonée, peut conduire à des problèmes d'émulsification de la composition lubrifiante, entraînant une dégradation de ses propriétés et notamment son pouvoir lubrifiant. L'utilisation d'une composition telle que définie ci-avant, à base aqueuse, permet d'éviter ce phénomène d'émulsification du lubrifiant.

De plus, dans les moteurs à hydrogène et/ou ammoniac lubrifiés par une composition lubrifiante traditionnelle à base hydrocarbonée, les gouttelettes de lubrifiant dans la chambre de lubrifiant peuvent créer localement des points chauds, pouvant entraîner l'inflammation prématurée du mélange air/carburant, et donc à un phénomène de combustion anormale connu sous le nom de pré-allumage. Or, il est préférable de réduire voire de supprimer ce phénomène de combustion anormale, notamment de pré-allumage car cela se traduit généralement par la présence d'une forte augmentation des températures et des pressions dans la chambre de combustion, et ainsi avoir un impact négatif significatif sur l'efficacité et les performances globales du moteur, voire endommager celui-ci.

Avantageusement, ces phénomènes de combustion anormale ne se produisent pas avec l'utilisation de la composition lubrifiante selon l'invention, à base aqueuse.

En outre, la composition telle que définie ci-avant s'est avérée, de manière inattendue, présenter un excellent pouvoir lubrifiant dans les conditions de fonctionnement des moteurs à combustions alimentés par de l'hydrogène et/ou de l'ammoniac, supérieur à leur pouvoir lubrifiant dans des moteurs à combustion alimentés par des carburants hydrocarbonés.

Enfin, par rapport à l'utilisation d'une composition lubrifiante traditionnelle à base hydrocarbonée, la lubrification des systèmes de motorisation à hydrogène et/ou ammoniac avec une composition telle que définie ci-avant permet de réduire encore les émissions de CO₂, d'hydrocarbures imbrûlés et de particules, ce qui améliore encore plus l'impact environnemental de ces systèmes de motorisation.

La présente invention a également pour objet un procédé ou une méthode de lubrification des pièces en mouvement dans un système de motorisation incluant un moteur à combustion interne alimenté par au

moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et/ou l'ammoniac, comprenant une étape de mise en contact d'au moins une pièce dudit système de motorisation avec une composition telle que définie ci-avant.

5 L'invention a également pour objet une méthode de fonctionnement d'un système de motorisation, mobile ou stationnaire, incluant un moteur à combustion interne, consistant à alimenter ledit moteur par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac et à lubrifier au moins une pièce dudit
10 système de motorisation avec une composition lubrifiante aqueuse telle que définie ci-avant.

La présente invention a également pour objet une méthode de fonctionnement d'un système de motorisation, mobile ou stationnaire, incluant un moteur à combustion interne alimenté par au moins un
15 carburant choisi parmi l'hydrogène et/ou l'ammoniac, consistant à lubrifier au moins une pièce dudit système de motorisation avec une composition telle que définie ci-avant.

D'autres objets, caractéristiques, aspects et avantages de l'invention apparaîtront encore plus clairement à la lecture de la
20 description qui suit.

Dans ce qui va suivre, et à moins d'une autre indication, les bornes d'un domaine de valeurs sont comprises dans ce domaine, notamment dans les expressions « compris entre » et « allant de ... à ... ».

25 Par ailleurs, les expressions « au moins un » et « au moins » utilisées dans la présente description sont respectivement équivalentes aux expressions « un ou plusieurs » et « supérieur ou égal ».

Enfin, de manière connue en soi, on désigne par composé ou groupe en C_N un composé ou un groupe contenant dans sa structure chimique N
30 atomes de carbone.

DESCRIPTION DETAILLEE

La composition lubrifiante aqueuse

35 La composition lubrifiante aqueuse selon la présente invention

comprend de l'eau. En particulier, l'eau est présente à titre de solvant majoritaire, autrement dit en plus grande quantité que tout autre solvant éventuellement présent dans la composition.

5 La composition lubrifiante utilisée dans la présente invention comprend avantageusement au moins 15% massique d'eau, en particulier de 15 à 85% massique d'eau, par rapport à la masse totale de la composition.

10 De préférence, la teneur en eau va de 20 à 80% en masse, plus préférentiellement de 30 à 70% en masse, et mieux encore de 40 à 60% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.

Selon un mode de réalisation particulier, l'eau mise en œuvre dans ladite composition est une eau osmosée ou déminéralisée, plus préférentiellement une eau déionisée.

15 Par « eau osmosée », on désigne de l'eau ayant subi une purification, notamment par un procédé d'osmose inverse, qui permet de réduire la teneur en composés organiques et/ou minéraux, par exemple à une teneur inférieure à 5,0 % en poids, de préférence inférieure à 1,0 % en poids. Dans la présente description, les expressions « eau déminéralisée » ou encore « eau ultrapure » sont considérées
20 comme équivalentes ou synonymes de l'expression « eau osmosée ». En particulier, l'eau osmosée peut être une « eau déionisée », autrement dit une eau ayant subi une purification afin de réduire la teneur en ions, tels que les ions Ca^{2+} et HCO_3^- généralement présents dans l'eau. De préférence une eau déionisée ne comprend pas d'ions.

25 Selon un mode de réalisation préféré, la composition utilisée dans l'invention est monophasique, c'est-à-dire qu'elle est constituée d'une seule phase aqueuse. En particulier dans ce mode de réalisation, la composition n'est pas une émulsion telle qu'une émulsion huile-dans-eau ou une émulsion eau-dans huile.

30 Dans ce mode de réalisation, la composition ne comprend pas de composés insolubles dans l'eau, et notamment pas d'hydrocarbures insolubles dans l'eau incluant les huiles de base non solubles dans l'eau.

Par « huile non soluble dans l'eau », on entend notamment une huile qui ne se dissout substantiellement pas dans l'eau à température

ambiante (25°C). En particulier, une huile non soluble dans l'eau présente une solubilité dans l'eau inférieure à 0,2 g/L, à 25°C.

Avantageusement, dans ce mode de réalisation la composition ne comprend pas d'huile de base lubrifiante appartenant aux groupes I à IV
5 selon les classes définies dans la classification API (ou leurs équivalents selon la classification ATIEL).

La présence d'hydrocarbures insolubles dans l'eau, même si elle n'est pas souhaitée, est néanmoins tolérée dans le cadre de l'invention car elle peut provenir d'une migration de composés résiduels sur les
10 pièces du moteur provenant par exemple d'un précédent lubrifiant hydrocarboné employé dans le moteur.

De préférence, la composition employée dans la présente invention comprend moins de 2% en masse d'hydrocarbures insolubles dans l'eau, plus préférentiellement moins de 1% en masse, par rapport
15 à la masse totale de la composition.

Plus préférentiellement, la composition comprend moins de 2% en masse d'huile de base lubrifiante insoluble dans l'eau et mieux encore moins de 1% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.

20 Avantageusement, ladite composition est totalement exempte d'huile non soluble dans l'eau.

La composition utilisée dans la présente invention présente avantageusement une viscosité cinématique, mesurée à 40°C selon la
25 norme ASTM D445, comprise entre 20 mm²/s et 1000 mm²/s, de préférence entre 25 mm²/s et 100 mm²/s.

De manière avantageuse, ladite composition présente un indice de viscosité compris dans la gamme allant de 100 à 350, de préférence de 150 à 300.

30

Les polyalkylène glycols

La composition utilisée dans la présente invention contient un ou plusieurs polyalkylène glycols.

Les polyalkylène glycols (notés « PAG ») sont plus particulièrement choisis parmi les polyalkylène glycols solubles dans l'eau ou hydrosolubles.

5 Par « soluble dans l'eau » on entend désigner un polyalkylène glycol ayant une solubilité dans l'eau d'au moins 10 g/L, de préférence d'au moins 500 g/L, dans l'eau à température ambiante (environ 25 °C).

De préférence, le ou lesdits polyalkylène glycols mis en œuvre selon l'invention sont choisis parmi les polyalkylène glycols présentant un point trouble (dit « Cloud point » en anglais), autrement dit ayant la
10 propriété de démixtion inverse (ou « inverse solubility » en anglais).

La propriété de démixtion inverse caractérise la propriété de certains polyalkylène glycols à être solubles dans l'eau jusqu'à une température au-delà de laquelle ils deviennent insolubles. Cette turbidité ou « cloudiness » indique une séparation de phase avec l'eau,
15 ce qui résulte en un dépôt dudit polyalkylène glycol sur les surfaces en contact avec le lubrifiant.

La température, à laquelle la turbidité et l'insolubilité se produisent, est appelée le point trouble du polyalkylène glycol. Le point trouble peut être par exemple déterminé selon les normes ASTM D 2024
20 ou DIN EN 1890, généralement pour un mélange de polyalkylène glycol à 1% massique dans l'eau.

De préférence, le ou lesdits polyalkylène glycols mis en œuvre selon l'invention présentent un point trouble supérieur ou égal à 70°C.

25 Les propriétés de solubilité dans l'eau et de démixtion inverse du ou desdits polyalkylène glycols mis en œuvre selon l'invention permettent avantageusement d'accroître les propriétés de lubrification.

Avantageusement, un polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention comprend au moins 50 % massique, en particulier au moins 80 % massique, plus préférentiellement au moins 90 % massique, voire
30 d'au moins 95% massique d'unités oxyde de propylène et/ou oxyde d'éthylène. En particulier, les polyalkylène glycols mis en œuvre selon l'invention sont constitués d'unités oxyde de propylène et/ou oxyde d'éthylène.

De préférence, le polyalkylène glycol mis en œuvre selon
35 l'invention peut être un copolymère, en particulier statistique, d'oxyde

d'éthylène (OE) et d'oxyde de propylène (OP). En particulier, les unités oxyde d'éthylène (OE) et oxyde de propylène (OP) sont présentes dans le copolymère dans un rapport massique OE/OP compris entre 50/50 et 90/10, en particulier entre 60/40 et 85/15, et plus particulièrement entre 70/30 et 80/20.

De préférence, le polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention est obtenu par polymérisation à partir d'un ou plusieurs monomères oxydes d'alkylène, notamment oxyde d'éthylène et/ou oxyde de propylène, initiée par un composé de type alcool, notamment de type polyol, de préférence par un composé diol.

En particulier, le polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention comporte des fonctions terminales hydroxyles. Par « fonctions terminales », au sens de l'invention, on entend les fonctions situées aux extrémités des chaînes polymériques.

Comme indiqué précédemment, le ou lesdits polyalkylène glycols mis en œuvre selon l'invention présentent une masse molaire moyenne en poids (Mw) supérieure ou égale à 1500 g/mol.

En particulier, un polyalkylène glycol se distingue des oligomères d'alkylène glycol présentant un nombre d'unités monomériques inférieur ou égal à dix.

De préférence, un polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention présente une masse molaire moyenne en poids (Mw) d'au moins 2000 g.mol⁻¹, en particulier d'au moins 2500 g.mol⁻¹, notamment d'au moins 3000 g.mol⁻¹, et plus particulièrement comprise entre 3000 et 50 000 g.mol⁻¹, en particulier entre 5000 et 25 000 g.mol⁻¹, de préférence entre 5 000 et 15 000 g.mol⁻¹.

La masse molaire moyenne en poids peut être mesurée par chromatographie à perméation de gel (GPC).

De préférence, un polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention présente une viscosité cinématique mesurée à 100 °C (KV100), selon la norme ASTM D445, comprise entre 100 et 25 000 mm²/s, en particulier entre 150 et 15 000 mm²/s.

De préférence, un polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention présente une viscosité cinématique mesurée à 40 °C (KV40),

selon la norme ASTM D445, comprise entre 500 et 100 000 mm²/s, plus particulièrement entre 1 000 et 70 000 mm²/s.

Le point éclair d'un polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention est de préférence supérieur ou égal à 160 °C, en particulier supérieur ou égal à 220 °C. Le point éclair peut être mesuré par la norme ISO 2592 ou ASTM D92.

De préférence, un polyalkylène glycol mis en œuvre selon l'invention présente un indice de viscosité mesuré selon la norme ASTM D2270, compris entre 100 et 800, de préférence entre 250 et 550.

Il est entendu qu'un unique polyalkylène glycol ou un mélange de plusieurs polyalkylène glycols différents, en particulier tels que décrit précédemment, peuvent être mis en œuvre selon l'invention.

En particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre un mélange d'au moins deux polyalkylène glycols distincts, plus particulièrement d'au moins un polyalkylène glycol de faible masse molaire moyenne en poids et d'au moins un polyalkylène glycol de haute masse molaire moyenne en poids.

Il relève des compétences générales de l'homme du métier d'ajuster la nature et la teneur en polyalkylène glycols de faible et haute masse molaire moyenne en poids du mélange de polyalkylène glycols, au regard notamment de la viscosité visée pour la composition lubrifiante finale.

Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, le ou lesdits polyalkylène glycol(s) mis en œuvre selon l'invention sont biosourcé(s).

Au sens de l'invention, un composé « biosourcé » s'entend d'un composé issu, partiellement ou totalement, de la biomasse, ou obtenu à partir de matières premières renouvelables issues de la biomasse, en particulier à partir de végétaux.

De manière avantageuse, la mise en œuvre selon l'invention d'un ou plusieurs PAG biosourcés permet ainsi de réduire encore l'empreinte carbone de la composition lubrifiante selon l'invention.

La composition lubrifiante aqueuse contient au moins 10% en masse et de préférence au moins 15% en masse dudit ou desdits polyalkylène glycol(s). De préférence, elle contient de 15 à 50% en masse dudit ou desdits polyalkylène glycol(s), plus préférentiellement de 15 à 30% en masse et plus préférentiellement encore de 16 à 20% en masse, par rapport à la masse totale de la composition

Dans un mode de réalisation particulier, le ou lesdits polyalkylène glycol(s) sont présents dans une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention dans un rapport massique de la quantité totale de polyalkylène glycol(s) sur la quantité d'eau inférieur ou égal à 0,30, en particulier compris entre 0,10 et 0,30, plus particulièrement entre 0,15 et 0,25, et notamment entre 0,15 et 0,20.

Selon un mode de réalisation particulier, l'ensemble constitué par l'eau et le ou lesdits polyalkylène glycol(s) représente plus de 80% de la masse totale de ladite composition lubrifiante aqueuse.

Les additifs antigel

La composition lubrifiante aqueuse utilisée dans la présente invention comprend avantageusement une teneur réduite en additifs antigel encore appelés composés antigel, choisi(s) parmi les glycols, notamment les alkylène glycols ayant de 2 à 6 atomes de carbone tels que le monoéthylène glycol et/ou le monopropylène glycol et les oxyalkylène glycols ayant de 4 à 14 atomes de carbone tel que le diéthylène glycol ; les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques tel que le glycérol. Cette teneur est strictement inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition.

Les glycols sont des diols dans lesquels les deux groupes hydroxyle sont portés par des atomes différents de carbone, de préférence par des atomes de carbone vicinaux. Les additifs antigel de type glycol sont plus particulièrement des alkylène glycols ayant de 2 à 6, de préférence de 2 à 4, atomes de carbone, tels que le monoéthylène glycol, le monopropylène glycol et le monobutylène glycol, et des oxyalkylène glycols, de préférence des oxyéthylène et oxypropylène glycols, ayant de 4 à 14 atomes de carbone, de préférence de 4 à 10

atomes de carbones, tels que le diéthylène glycol, le dipropylène glycol, le triéthylène glycol, le tétraéthylène glycol et le tripropylène glycol.

De préférence, la teneur en composé(s) antigel de type glycol, par exemple en monoéthylène glycol, diéthylène glycol, et/ou
5 monopropylène glycol, si présent(s) dans une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention, est strictement inférieure à 1,0% massique, de préférence inférieure ou égale à 0,5 % massique, en particulier inférieure ou égale à 0,1 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

10 Avantageusement, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention est totalement exempte de composé antigel de type glycol, et permet ainsi de s'affranchir des effets de toxicité associés à ces composés. Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention présente ainsi avantageusement une toxicité réduite.

15 De manière avantageuse, en comprenant une quantité réduite, voire en étant dépourvu d'additifs antigels de type glycol, la composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention présente une toxicité et une empreinte environnementale réduites.

L'empreinte environnementale associée à la production d'un
20 lubrifiant peut être évaluée selon différents indicateurs définis par l'Union Européenne, dont notamment l'indicateur « changement climatique » qui est une donnée du potentiel de réchauffement global associé à l'émission de gaz à effet de serre, exprimé en équivalent de kilogrammes de dioxyde de carbone (kg CO₂ eq).

25 Des additifs antigels connus pour les lubrifiants aqueux peuvent encore être des monoéthers aliphatiques des glycols tels que cités précédemment, par exemple des éthers monométhyliques, monoéthyliques, monopropyliques et monobutyliques.

30 Il peut encore s'agir d'alcools aliphatiques polyhydriques, en particulier du glycérol, diglycérol, triglycérol, érythritol et pentaérythritol.

En particulier, la composition lubrifiante aqueuse selon
35 l'invention comprend une teneur en additifs antigel choisis parmi les

glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques, strictement inférieure à 1% massique, en particulier inférieure ou égale à 0,5 % massique et plus particulièrement inférieure ou égale à 0,1 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Selon un mode de réalisation, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention est exempte de tels additifs antigel.

Dans un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention comprend :

- au moins 15% massique, en particulier au moins 30% massique et plus particulièrement de 30% à 85% massique, d'eau, de préférence d'eau déionisée ;

- au moins 15% massique, en particulier de 15% à 50% massique, plus particulièrement de 15% à 30% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) (PAG(s)) de masse molaire moyenne, M_w , d'au moins 1500 g.mol⁻¹ ;

le rapport massique de la quantité totale de polyalkylène glycol(s) sur la quantité d'eau étant inférieur ou égal à 0,30, en particulier compris entre 0,10 et 0,30, plus particulièrement compris entre 0,15 et 0,25, et notamment entre 0,15 et 0,20 ;

ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en additifs(s) antigel choisi(s) parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques, strictement inférieure à 1% massique, de préférence inférieure ou égale à 0,5 % massique, voire inférieure ou égale à 0,1 % massique ; les teneurs étant indiquées par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

Les additifs additionnels

La composition utilisée dans la présente invention peut contenir en outre un ou plusieurs additifs additionnels, différents des polyalkylène glycols tels que décrits ci-avant et des additifs antigel définis ci-avant.

Il est entendu que le ou lesdits additifs additionnels sont compatibles avec leur mise en œuvre en milieu aqueux.

Avantageusement, les additifs sont mis en œuvre sous une forme soluble ou émulsionnable dans l'eau, par exemple sous la forme de sels ou de liquides ioniques.

De tels additifs peuvent être plus particulièrement choisis parmi
5 des agents anti-mousse, des biocides, des régulateurs de pH, des inhibiteurs de corrosion, des additifs anti-usure et/ou extrême-pression, des agents séquestrant, des agents passivant les métaux, des colorants, des dispersants, et leurs mélanges.

Avantageusement, la composition utilisée dans l'invention peut
10 comprendre un ou plusieurs additifs choisis parmi des agents anti-mousse, des agents extrême-pression, des inhibiteurs de corrosion, des régulateurs de pH, des agents passivant les métaux, des colorants, et leurs mélanges.

La composition peut comprendre plus particulièrement de 0,1 à
15 20% massique d'additifs, en particulier de 2,0 à 15% massique d'additifs, notamment de 5,0 à 13 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Régulateurs de pH

20 La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au moins un additif régulateur de pH, en particulier un tampon alcalin. Le régulateur de pH permet avantageusement de maintenir le pH souhaité de la composition lubrifiante, en particulier afin de préserver un pH alcalin, avantageusement compris entre 8 et 15.

25 Le ou lesdits régulateurs de pH, en assurant un maintien du pH de la composition lubrifiante aqueuse entre 8 et 15, permettent notamment de prévenir une corrosion des surfaces métalliques, mais également de favoriser la solubilisation des différents composés dans la composition lubrifiante, en particulier du ou des polyalkylène glycol(s).

30 Le régulateur de pH peut être choisi dans la famille des amines, en particulier des alcanolamines et des alcools aminés.

Il peut s'agir notamment d'un additif régulateur de pH choisi
parmi les alcanolamines, telle que la diméthyléthanolamine (DMEA),
les éthanolamines, telles que la monoéthanolamine (MEA), la
35 diéthanolamine (DEA), la triéthanolamine (TEA), les

isopropanolamines, telles que la mono-isopropanolamine (MIPA), la diisopropanolamine (DIPA) et la triisopropanolamine (TIPA) ; la diglycolamine (DGA) ; les éthylène amines, telles que l'éthylène diamine (EDA), la diéthylène triamine (DETA), la triéthylène tétramine (TETA) et la tétraéthylène pentamine (TEPA) ; les cyclamines, tels que la cyclohexylamine ; le 2-amino-2-éthyle-1,3-propanediol ; le 2-amino-2-méthyle-1-propanol ; et leurs mélanges.

La composition peut notamment comprendre de 0,1 % à 10 % massique d'additif(s) régulateur(s) de pH, de préférence de 0,5 % à 5 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Avantageusement, la composition utilisée dans l'invention comprend au moins un additif régulateur de pH permettant de maintenir le pH de ladite composition lubrifiante entre 8 et 15, en particulier entre 8,5 et 14, plus particulièrement entre 9 et 13, ledit additif régulateur de pH étant notamment choisi parmi les alcanolamines, de préférence les éthanolamines, et plus particulièrement parmi la diméthyléthanolamine (DMEA), la triéthanolamine (TEA), la diglycolamine (DGA) et leurs mélanges.

Inhibiteurs de corrosion

La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au moins un agent inhibiteur de corrosion. Les inhibiteurs de corrosion permettent avantageusement de réduire voire d'empêcher la corrosion des pièces métalliques. La nature du ou des inhibiteurs de corrosion peut être choisie au regard du métal à protéger contre la corrosion, tel que l'aluminium, l'acier, l'acier galvanisé, les métaux jaunes, par exemple le cuivre ou le laiton.

Parmi les inhibiteurs de corrosion inorganiques peuvent être cités les nitrites, les sulfites, les silicates, les borates, les phosphates de sodium, potassium, calcium ou magnésium, les phosphates de métaux alcalins, les hydroxydes, les molybdates, les sulfates de zinc, de magnésium ou de nickel.

Parmi les inhibiteurs de corrosion organiques peuvent être cités les alcanolamines, telle que la triéthanolamine, les acides aliphatiques monocarboxyliques, en particulier ayant de 4 à 15 atomes de carbone,

par exemple l'acide octanoïque, les acides aliphatiques dicarboxyliques ayant de 4 à 15 atomes de carbone, par exemple l'acide décane dioïque, l'acide undécane dioïque, l'acide dodécane dioïque ou leurs mélanges, les acides polycarboxyliques éventuellement neutralisés par la triéthanolamine, tel que l'acide 1,3,5-triazine-2,4,6-tri-(6-aminocaproïque), les acides alcanoylamidocarboxyliques, en particulier l'acide isononanoylamidocaproïque, et leurs mélanges. Les amides boratés, produits de la réaction d'amines ou d'amino-alcools avec de l'acide borique, peuvent également être utilisés.

De préférence, le ou les inhibiteur(s) de corrosion sont distincts du ou des additifs régulateurs de pH, en particulier permettant de maintenir le pH de la composition entre 8 et 15 définis précédemment.

La composition peut notamment comprendre de 0,1 % à 5 % massique d'inhibiteur(s) de corrosion, en particulier tels que définis ci-dessus, de préférence de 0,5 % à 4 % massique, plus préférentiellement de 1 % à 2,5 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Additif anti-usure/extrême-pression

La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au moins un additif anti-usure et/ou extrême-pression. Leur fonction est de réduire l'usure et le coefficient de friction, ou encore d'empêcher le contact métal-métal par formation d'un film protecteur adsorbé sur ces surfaces.

Il existe une grande variété d'additifs anti-usure, parmi lesquels peuvent être cités ceux choisis parmi les additifs phosphosoufrés comme les alkylthiophosphates métalliques ou leurs sels.

Des additifs n'apportant pas de phosphore peuvent également convenir, tels que, par exemple, les polysulfures, notamment les oléfines soufrées.

Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre au moins un additif extrême-pression choisis parmi les acides gras soufrés et les dimercaptothiadiazoles, de préférence mis en œuvre sous leur forme neutralisée, en particulier par des agents alcalinisant inorganiques ou alcanolamines, émulsionnable ou soluble dans l'eau.

La composition peut comprendre moins de 0,1 % massique d'additif extrême-pressure de type acide gras soufré, en particulier sous une forme neutralisée, de préférence moins de 0,01 % massique, plus particulièrement moins de 0,001 % massique, par rapport à la masse totale de la composition, voire est totalement exempte d'additif extrême-pressure de type acide gras soufré.

Les acides gras soufrés peuvent comprendre de 8 à 22 atomes de carbone, en particulier de 12 à 18 atomes de carbone.

La quantité de soufre selon la norme ASTM D2622 apportée par le ou lesdits acides gras soufrés peut être comprise entre 5 % et 30 % massique, en particulier entre 10 % et 20 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

De préférence, la quantité de soufre actif à 150°C selon la norme ASTM D 1662 apportée par le ou lesdits acides gras soufrés dans la composition lubrifiante aqueuse selon l'invention est inférieure ou égale à 2 % massique, en particulier inférieure ou égale à 1 % massique, plus particulièrement inférieure à 0,1 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.

On entend par « soufre actif » au sens de la présente invention, le soufre qu'un composé chimique est capable de céder ou de libérer lorsqu'on place ce composé dans les conditions de la norme ASTM D1662. La norme ASTM D-1662 définit un taux de soufre actif d'un composé à une température donnée comme une différence exprimée en pourcentage pondéral de teneur en soufre avant et après réaction d'un échantillon de ce composés soufré avec une quantité donnée de cuivre pendant un temps fixe.

Comme indiqué précédemment, le ou lesdits acides gras soufrés sont généralement mis en œuvre dans une composition lubrifiante aqueuse sous leur forme neutralisée par un agent alcalinisant, tel que l'hydroxyde sodium, l'hydroxyde de potassium, ou une alcanolamine, telles que la monoéthanolamine, la triéthanolamine, la monoisopropanolamine, la diisopropanolamine et la triisopropanolamine.

La composition peut notamment comprendre entre 0,01 % et 10 % massique d'additif(s) anti-usure et/ou extrême-pressure, de

préférence entre 0,2% et 5% massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Anti-mousse

5 La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au moins un additif anti-mousse. Les anti-mousses permettent d'empêcher le moussage du fluide lubrifiant.

Il peut s'agir par exemple d'un agent anti-mousse à base de polysiloxanes ou de polymères acrylates. De préférence, l'agent anti-
10 mousse est choisi parmi les siloxanes tri-dimensionnels.

Les agents anti-mousses peuvent également être des polymères polaires tels que les polyméthylsiloxanes ou les polyacrylates.

La composition peut comprendre de 0,001 % à 3,0 % massique d'additif(s) anti-mousse, de préférence de 0,005 % à 1,5 % massique,
15 plus préférentiellement de 0,01 % à 1,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.

Agents passivant les métaux

La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au
20 moins un agent passivant les métaux. Les agents passivant les métaux permettent de protéger les pièces métalliques en favorisant la formation d'oxyde métallique à leur surface.

Les agents passivant les métaux peuvent être par exemple choisis parmi des dérivés du triazole, tels que le tétrahydrobenzotriazole
25 (THBTZ), le tolyltryazole (TTZ), le benzotriazole (BTZ), les amines substituées par un groupe triazole, tels que la N,N-bis(2-éthylhexyl)-1,2,4-triazol-1-yl méthanamine, la N'-bis(2 éthylhexyl)-4-méthyl-1H-benzotriazol-1-méthyl-amine, la N,N-bis(heptyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, N,N-bis(nonyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine,
30 N,N-bis(décyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, N,N-bis(undécyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, N,N-bis(dodécyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, N,N-bis(2-éthylhexyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, les 1,2,4-triazoles, les benzimidazoles,
35 les 2-alkyldithiobenzimidazoles, les 2-alkyldithiobenzothiazoles, les 2-

(N, N-dialkyldithiocarbamoyl)benzothiazoles, les 2,5-bis(alkyldithio)-1,3,4-thiadiazoles, tels que le 2,5-bis(tert-octyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-nonyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-decyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-undecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-dodecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-tridecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-tetradecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-pentadecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-hexadecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-heptadecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-octadecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-nonadecyldithio)-1,3,4-thiadiazole, le 2,5-bis(tert-eicosyldithio)-1,3,4-thiadiazole, les 2,5-bis(N,N-dialkyldithiocarbamoyl)-1,3,4-thiadiazoles, les 2-alkyldithio-5-mercaptothiadiadiazoles, et leurs mélanges.

De préférence les agents passivant les métaux sont choisis parmi le tétrahydrobenzotriazole (THBTZ), le tolyltriazole (TTZ), le benzotriazole (BTZ), et leurs sels, pris seuls ou en mélanges.

La composition peut notamment comprendre de 0,01 % à 2,0 % massique d'agent(s) passivant les métaux, de préférence de 0,1 % à 1,0 % massique, plus préférentiellement de 0,2 % à 0,8 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Colorants

La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre un ou plusieurs colorants. Les colorants peuvent être naturels ou synthétiques, généralement organiques.

Les colorants pouvant être mis en œuvre dans une composition lubrifiante aqueuse peuvent être plus particulièrement choisis parmi des colorants hydrosolubles naturels ou synthétiques, par exemple les colorants FDC Red 4, DC Red 6, DC Red 22, DC Red 28, DC Red 30, DC Red 33, DC Orange 4, DC Yellow 5, DC Yellow 6, DC Yellow 8, FDC Green 3, DC Green 5, FDC Blue 1, la bétanine (betterave), le carmin, une chlorophylline, le bleu de méthylène, les anthocyanes (enocianine, carotte noire et hibiscus), le caramel et la riboflavine.

Une composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention peut comprendre entre 0,01 % et 2,0 % massique de

colorant(s), de préférence entre 0,01 % et 1,5 % massique, plus préférentiellement entre 0,02 % et 1,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

5 Agents séquestrant

La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au moins un agent séquestrant. Les agents séquestrant, encore appelés agents chélatant, permettent de limiter l'incrustation d'ion métalliques dans la composition.

10 A titre d'exemples d'agents séquestrant, on peut citer ceux dérivés d'acides phosphoniques et des phosphonates, tels que l'acide diéthylènetriaminepentaméthyle phosphonique (DTPMPA), l'acide amino tri(méthylène phosphonique) (ATMP), l'acide hydroxyéthane-diphosphonique (HEDP), le 1,1-diphosphonate de 1-hydroxyléthylidène,
15 l'acide de 2-hydroxyéthylamine di(méthylène phosphonique) (HEAMPB), l'acide diéthylène triamino penta(méthylène phosphonique) (DTMP), les acides organiques multifonctionnels et les acide hydroxylés, tels que l'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA), l'acide pteroyl-L-glutamique (PGLU), les polyacides
20 organiques, tels que l'acide maléique et l'acide polyaspartique, les polysaccharides et les carbohydrates, tels que l'inuline, la carboxyméthylinuline et le carboxyméthylchitosane.

La composition peut comprendre de 0,001% à 2,0 % massique d'agent(s) séquestrant, de préférence de 0,01 % à 1,0 % massique, par
25 rapport à la masse totale de la composition.

Biocides et fongicides

La composition utilisée dans la présente invention peut comprendre au moins un agent biocide et/ou fongicide. Les biocides et fongicides
30 peuvent être utilisés pour améliorer la stabilité biologique de la composition en limitant la prolifération des bactéries, champignons et levures dans le fluide lubrifiant.

De tels biocides peuvent être choisis parmi les parabènes, les aldéhydes, les composés acétylacétone réactifs, les isothiazolinones, les

composés phénoliques, les sels d'acides, les composés halogénés, les ammoniums quaternaires, certains alcools et leurs mélanges.

De préférence, les biocides peuvent être choisis parmi les benzisothiazolinones (BIT) éventuellement substituées, telle que la N-butyl-1,2-benzisothiazolin-3-one, les méthylisothiazolinones (MIT), les
5 mélanges de méthylisothiazolinone et de chlorométhylisothiazolinone (MIT/CMIT), l'orthophényl-phénol (OPP) ou son sel de sodium, le 3-iodo-2-propynylbutylcarbamate (IPBC), le chloro-crésol et la N,N-méthylène-bis-morpholine (MBM) ; l'acide sorbique ; de préférence
10 parmi l'orthophényl-phénol (OPP) ou son sel sodium, le 3-iodo-2-propynylbutylcarbamate, le chloro-cresol, les benzisothiazolinones et la N,N-méthylène-isomorpholine.

La composition peut notamment comprendre entre 0,01 % et 10 % massique de biocide(s) et/ou fongicide(s), de préférence entre 0,5 %
15 et 5,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

L'utilisation

Selon la présente invention, la composition telle que décrite ci-avant est utilisée pour lubrifier les différentes pièces en mouvement dans un
20 système de motorisation, mobile ou stationnaire, incluant un moteur à combustion interne alimenté par un carburant à base au moins d'hydrogène et/ou d'ammoniac.

De manière avantageuse, ladite composition est utilisée pour réduire les frottements entre les pièces en mouvement à l'intérieur d'un
25 moteur à combustion interne à hydrogène et/ou à ammoniac. Elle est également utilisée pour réduire l'usure desdites pièces. La ou les pièces du moteur à combustion interne lubrifiées au moyen de la composition lubrifiante aqueuse sont avantageusement choisies parmi : les pistons, les segments, les cylindres, les bielles, les axes de piston, les coussinets,
30 les vilebrequins, les pompes à huile, les turbocompresseurs, les arbres à came, les systèmes de distribution (incluant notamment les cames, poussoirs, linguets, culbuteurs, pompe à huile).

Le moteur peut être tout moteur à combustion interne fonctionnant par combustion d'hydrogène et/ou d'ammoniac. Il peut
35 s'agir d'un moteur à pistons ou d'une turbine à gaz.

De manière connue en soi, une turbine à gaz, également dénommée turbine à combustion, est une machine tournante thermodynamique de la famille des moteurs à combustion interne et qui peut être employée à des fins de propulsion, de production d'électricité, ou comme moteur stationnaire (par exemple pour entraîner des pompes, des compresseurs,...).

De préférence, le moteur à combustion interne est un moteur à pistons.

La présente invention s'applique à tout moteur à piston connu, incluant les moteurs embarqués et les moteurs stationnaires. L'invention s'applique notamment tant à des moteurs marins, de poids lourds, d'engins de chantiers ou d'engins agricoles tels que par exemple des tracteurs, les véhicules de transport en commun (bus, trains,...) qu'à des moteurs de véhicules légers tels que des voitures, des moteurs employés dans la propulsion aérienne ou spatiale (avions, fusées), ainsi qu'à des moteurs employés dans des applications industrielles stationnaires.

Le moteur à piston peut être en particulier choisi parmi les moteurs à allumage par compression ou moteurs Diesel, les moteurs à allumage commandé, les moteurs à carburation mixte (en anglais « dual fuel »).

Selon un premier mode de réalisation préféré, le moteur est un moteur à allumage commandé alimenté par de l'hydrogène, ou moteur à hydrogène.

Selon un second mode de réalisation, le moteur est un moteur à allumage par compression ou moteur Diesel alimenté par de l'ammoniac, ou moteur à ammoniac. L'utilisation dans un moteur marin (c'est-à-dire un moteur à allumage par compression servant à la propulsion d'un navire) est particulièrement préférée.

Selon une variante avantageuse de ce mode de réalisation, le moteur à allumage par compression est un moteur à carburation mixte (également dénommé couramment moteur « dual fuel »). Dans cette utilisation, de l'ammoniac alimente le moteur en combinaison avec un second carburant différent de l'ammoniac, tel que par exemple de l'hydrogène et/ou un carburant hydrocarboné, de préférence un carburant hydrocarboné. Le carburant hydrocarboné peut être choisi

parmi les carburants d'origine pétrolière et notamment les gazoles et les fiouls plus ou moins lourds, les carburants biosourcés (notamment issus de la biomasse), et les mélanges de ces deux types de carburants. Selon un mode de réalisation préféré, le carburant hydrocarboné est choisi
5 parmi les carburants à base de fiouls lourds (tels que les carburants marins), les carburants biosourcés et leurs mélanges.

L'ammoniac et le second carburant sont injectés dans des proportions différentes en fonction de la puissance demandée au moteur. Le second carburant est avantageusement injecté dans le moteur pour
10 initier la combustion, par auto-inflammation d'un mélange d'air et d'une petite quantité de carburant appelée injection pilote. L'ammoniac est injecté en mélange avec de l'air pour alimenter la combustion. L'injection pilote représente généralement moins de 10% en masse de la masse totale de carburant (ammoniac et second carburant) consommé,
15 typiquement de l'ordre de 5% en masse de la masse totale de carburant consommé.

De manière particulièrement préférée, le moteur à allumage par compression à carburation mixte est un moteur marin, c'est-à-dire un
20 moteur Diesel à carburation mixte équipant un navire.

Les méthodes

La présente invention a également pour objet une méthode de lubrification des pièces en mouvement dans un système de motorisation incluant un moteur à combustion interne alimenté par au moins un
25 carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac, comprenant une étape de mise en contact d'au moins une desdites pièces avec une composition telle que définie ci-avant.

L'invention a également pour objet une méthode de fonctionnement d'un système de motorisation, mobile ou stationnaire, incluant un moteur à combustion interne, consistant à alimenter ledit
30 moteur par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac et à lubrifier au moins une pièce dudit système de motorisation au moyen d'une composition lubrifiante aqueuse telle que définie ci-avant.

La ou les pièces du moteur sont avantageusement choisies parmi les pistons, les segments, les cylindres, les bielles, les axes de piston, les coussinets, les vilebrequins, les pompes à huile, les turbocompresseurs, les arbres à came, les systèmes de distribution (incluant notamment les cames, poussoirs, linguets, culbuteurs, pompe à huile).

Le moteur peut être tout moteur à combustion interne, incluant de manière non limitative ceux décrits ci-avant.

De préférence, le moteur à combustion interne est choisi parmi les moteurs à pistons et les turbines à gaz (ou turbines à combustion).

Selon un premier mode de réalisation préféré, le moteur est un moteur à allumage commandé alimenté par de l'hydrogène.

Selon un second mode de réalisation préféré, le moteur est un moteur à allumage par compression alimenté par de l'ammoniac, de préférence un moteur à allumage par compression à carburation mixte (ou moteur « dual fuel »). Dans ce mode de réalisation, la méthode de fonctionnement du moteur selon l'invention comprend l'alimentation du moteur à allumage par compression par de l'ammoniac et par un autre carburant différent de l'ammoniac, de préférence un carburant hydrocarboné tel que décrit ci-avant.

L'exemple présenté ci-après vise uniquement à illustrer de manière non limitative des avantages de la présente invention.

EXEMPLE

Deux compositions lubrifiantes ont été préparées : une composition comparative C et une composition I conforme à l'invention.

Les ingrédients de chacune des compositions et leurs teneurs sont détaillés dans le tableau 1 ci-dessous, dans lequel les quantités sont indiquées en pourcentage en masse de matière active, par rapport à la masse totale de la composition.

Tableau 1

Composition	Composition C	Composition I
Eau déionisée	49,49	63,49
Polyalkylène glycol de masse molaire moyenne Mw de 14300 g.mol ⁻¹	20	27
Additif antigel : 1,2-propanediol	21	-
Composé phosphoré (sel de métal alcalin d'ester de phosphate) commercialisé sous le nom de Zelec TY	1	1
Additifs anti-corrosion	6,50	6,50
Additif passivateur	0,30	0,30
Additif régulateur de pH	1,70	1,70
Biocide	0,01	0,01

5 Le pouvoir lubrifiant de ces deux compositions a été déterminé dans les conditions de l'essai HFRR (« High Frequency Reciprocating Rig ») tel que décrit dans la norme ISO 12156-1 (CEC-F-06-A-96). Cet essai consiste à mesurer le pouvoir lubrifiant en mesurant la marque d'usure produite par le contact d'une bille oscillante sur une plaque fixe immergée dans la composition testée dans des conditions étroitement contrôlées.

10 Le pouvoir lubrifiant est exprimé par la valeur moyenne du diamètre de l'empreinte d'usure de la bille sur la plaque. Plus le diamètre d'usure est faible, plus le pouvoir lubrifiant est élevé.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2

Composition	Composition C	Composition I
Diamètre d’usure en μm	475	429

5 Ces résultats montrent que la composition I selon l’invention présente d’excellentes propriétés de lubrification, au moins équivalentes à celle de la composition comparative C.

10

REVENDICATIONS

1. Utilisation pour lubrifier un système de motorisation comprenant un moteur à combustion interne alimenté par au moins un
5 carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et/ou l'ammoniac, d'une composition comprenant :

- de l'eau;
 - au moins 10% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse molaire
10 moyenne en poids, M_w , d'au moins 1500 g.mol⁻¹;
- ladite composition présentant une teneur en additif(s) antigel choisi(s) parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques, strictement inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de la composition.

15 2. Utilisation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la teneur en eau de la composition va de 15 à 85% en masse, de préférence de 20 à 80% en masse, plus préférentiellement de 30 à 70% en masse, et mieux encore de 40 à 60% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.

20 3. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le ou les polyalkylène glycols présentent une masse molaire moyenne en poids d'au moins 2000 g.mol⁻¹, en particulier d'au moins 2500 g.mol⁻¹, notamment d'au moins 3000 g.mol⁻¹, et plus particulièrement comprise entre 3000 et 50 000 g.mol⁻¹,
25 en particulier entre 5000 et 25 000 g.mol⁻¹, de préférence entre 5 000 et 15 000 g.mol⁻¹.

4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le ou les polyalkylène glycols comprennent au moins 50 % massique, de préférence au moins 80 %
30 massique, plus préférentiellement au moins 90 % massique d'unités oxyde de propylène et/ou oxyde d'éthylène, et de préférence le ou les polyalkylène glycols sont constitués d'unités oxyde de propylène et/ou oxyde d'éthylène

5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications
35 précédentes, caractérisée en ce que la composition contient de 15 à 50%

en masse dudit ou desdits polyalkylène glycol(s), de préférence de 15 à 30% en masse et plus préférentiellement de 16 à 20% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.

5 6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'ensemble constitué par l'eau et le ou lesdits polyalkylène glycol(s) représente plus de 80% de la masse totale de la composition.

10 7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la teneur de la composition en additifs antigel choisis parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques est inférieure ou égale à 0,5 % massique, de préférence inférieure ou égale à 0,1 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

15 8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la composition contient un ou plusieurs additifs additionnels, choisis parmi des agents anti-mousse, des biocides, des régulateurs de pH, des inhibiteurs de corrosion, des additifs anti-usure et/ou extrême-pression, des agents séquestrant, des agents passivant les métaux, des colorants, des dispersants, et leurs
20 mélanges.

9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour réduire les frottements entre les pièces en mouvement à l'intérieur du moteur à combustion interne et/ou pour réduire l'usure desdites pièces.

25 10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le moteur à combustion interne est un moteur à pistons ou une turbine à gaz, de préférence un moteur à pistons.

30 11. Utilisation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le moteur est un moteur à allumage commandé alimenté par de l'hydrogène.

12. Utilisation selon la revendication 10, caractérisée en ce que le moteur est un moteur à allumage par compression alimenté par de l'ammoniac.

13. Utilisation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le moteur à allumage par compression est un moteur à carburation mixte.

5 14. Méthode de lubrification des pièces en mouvement dans un système de motorisation incluant un moteur à combustion interne alimenté par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac, comprenant une étape de mise en contact d'au moins une desdites pièces avec une composition telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 8.

10 15. Méthode de fonctionnement d'un système de motorisation, mobile ou stationnaire, incluant un moteur à combustion interne, consistant à alimenter ledit moteur par au moins un carburant non hydrocarboné choisi parmi l'hydrogène et l'ammoniac et à lubrifier au moins une pièce dudit système de motorisation au moyen d'une
15 composition telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 8.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/050775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C10M 173/02 (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C10M Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021259853 A1 (TOTAL MARKETING SERVICES [FR]) 30 December 2021 (2021-12-30) examples page 3, line 19 - line 24 page 9, line 16 - line 18 claims	1-15
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 October 2024		Date of mailing of the international search report 21 October 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Culmann, J Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2024/050775

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021259853	A1	30 December 2021	CN	116171317	A	26 May 2023
				EP	4168519	A1	26 April 2023
				FR	3111639	A1	24 December 2021
				JP	2023532454	A	28 July 2023
				KR	20230025712	A	22 February 2023
				US	2023250359	A1	10 August 2023
				WO	2021259853	A1	30 December 2021

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C10M173/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
C10M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2021/259853 A1 (TOTAL MARKETING SERVICES [FR]) 30 décembre 2021 (2021-12-30) exemples page 3, ligne 19 - ligne 24 page 9, ligne 16 - ligne 18 revendications -----	1 - 15

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

9 octobre 2024

21/10/2024

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Culmann, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2024/050775

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2021259853 A1	30-12-2021	CN 116171317 A	26-05-2023
		EP 4168519 A1	26-04-2023
		FR 3111639 A1	24-12-2021
		JP 2023532454 A	28-07-2023
		KR 20230025712 A	22-02-2023
		US 2023250359 A1	10-08-2023
		WO 2021259853 A1	30-12-2021
