

(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 2024/256516 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C10M 145/26 (2006.01) C10M 173/02 (2006.01)
C10M 173/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/066318

(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 :
FR2305965 13 juin 2023 (13.06.2023) FR

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

(72) Inventeur : RISS, Arnaud ; Centre de Recherche de So-
laize, Chemin du Canal, BP 22, 69360 SOLAIZE (FR).

(74) Mandataire : CABINET NONY ; 11 rue Saint-Georges,
75009 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))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que
déposée était en couleur ou en échelle de gris et est
disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

(54) Title: USE OF POLYALKYLENE GLYCOLS AS ANTIFREEZE AGENTS IN AN AQUEOUS LUBRICANT COMPOSITION

(54) Titre : UTILISATION DE POLYALKYLÈNE GLYCOLS À TITRE D'AGENTS ANTIGEL DANS UNE COMPOSITION
LUBRIFIANTE AQUEUSE

(57) Abstract: The present invention relates to the use of at least one polyalkylene glycol, denoted PAG, with a weight-average mol-
ecular weight, Mw, of at least 1500 g/mol, as an antifreeze agent in an aqueous lubricant composition. The invention also relates to
an aqueous lubricant composition comprising at least: - water, in particular deionized water; - at least 10% by weight, relative to the
total weight of said composition, of one or more polyalkylene glycol(s) having a weight-average molecular weight, Mw, of at least
1500 g.mol⁻¹, said aqueous lubricant composition comprising a content of additional antifreeze compound(s) of strictly less than 1%
by weight, relative to the total weight of said composition.

(57) Abrégé : La présente invention concerne l'utilisation d'au moins un polyalkylène glycol, noté PAG, de masse moléculaire moyenne
en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol, à titre d'agent antigel dans une composition lubrifiante aqueuse. Elle concerne également une
composition lubrifiante aqueuse comprenant au moins : - de l'eau, en particulier de l'eau déionisée; - au moins 10 % massique, par
rapport à la masse totale de ladite composition, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse moléculaire moyenne en poids, Mw,
d'au moins 1500 g.mol⁻¹, ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), strictement
inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition.

WO 2024/256516 A1

Description**Titre : Utilisation de polyalkylène glycols à titre d'agents antigel dans une composition lubrifiante aqueuse****5 Domaine technique**

La présente invention a trait au domaine des compositions lubrifiantes, et plus particulièrement des compositions lubrifiantes à base aqueuse. Ces compositions lubrifiantes peuvent être mises en œuvre pour différentes applications, en particulier en tant que fluides hydrauliques, pour la lubrification et/ou le refroidissement de divers systèmes mécaniques, tels que des roulements, des engrenages, des paliers ou des moteurs.

Plus particulièrement, la présente invention propose la formulation de nouvelles compositions lubrifiantes aqueuses dans lesquelles les polyalkylène glycols sont notamment mis en œuvre à titre d'agents antigel.

15 Technique antérieure

Les compositions lubrifiantes, dites encore « lubrifiants » sont couramment mises en œuvre dans des systèmes mécaniques, pour réduire les frottements entre les pièces et ainsi protéger les pièces contre l'usure. Outre les phénomènes d'usure, les frottements peuvent s'opposer au mouvement relatif des pièces en contact et induire des pertes d'énergie préjudiciables à un fonctionnement optimal du système mécanique.

Les lubrifiants sont mis en œuvre pour de multiples applications, par exemple pour le travail des métaux, notamment pour les opérations de déformation de métaux, pour les turbines à gaz ou à vapeur dans les domaines de l'aéronautique, du naval, du transport ferroviaire et de la production d'électricité, pour des systèmes de propulsion des véhicules à moteur, par exemple pour la lubrification des roulements, des engrenages, d'un moteur, etc.

Par exemple, dans le domaine des lubrifiants pour moteurs ou transmissions de véhicules à moteurs, la formulation de lubrifiants représente un enjeu important dans la mesure où ils permettent d'agir sur la consommation de carburant, et par conséquent sur les émissions de dioxyde de carbone, *via* leur impact sur les forces de frottements générées entre les différents organes des véhicules à moteur.

Les lubrifiants les plus répandus sont des lubrifiants à base d'hydrocarbures. Ces lubrifiants hydrocarbonés sont classiquement composés d'une ou plusieurs huiles de base, auxquelles

sont généralement associés des additifs dédiés à stimuler les performances lubrifiantes des huiles de base, par exemple des additifs modificateurs de frottement.

D'autre part, la friction entre les pièces en mouvement génère de la chaleur, et il peut être nécessaire d'assurer conjointement un refroidissement des systèmes mécaniques. Ce
5 refroidissement est typiquement assuré par un fluide de refroidissement, distinct du lubrifiant hydrocarboné, comme par exemple de l'air, un fluide aqueux, tel que l'eau ou encore par un mélange d'eau et d'un glycol.

De nos jours, le développement de nouveaux lubrifiants doit prendre en considération de nouvelles contraintes visant à réduire, voire à s'affranchir de l'utilisation de solvants
10 toxiques ou potentiellement toxiques, ou encore à réduire leur impact sur l'environnement et les émissions de dioxyde de carbone. A ce titre, les formulations à base d'eau présentent un intérêt croissant.

Si l'eau est excellent fluide de refroidissement, elle ne présente pas, en revanche, des propriétés tribologiques requises pour un lubrifiant, en particulier en termes de réduction du
15 frottement et de protection des pièces contre l'usure ou de propriétés à froid. Des systèmes d'additivation sont donc mis en œuvre.

En particulier, pour prévenir la congélation du lubrifiant à base d'eau lors de son utilisation ou stockage dans des conditions de basse température, un additif antigel, typiquement un glycol tel que l'éthylène glycol, le propylène glycol ou le diéthylène glycol, ou le glycérol,
20 est ajouté au lubrifiant, à des fins de réduire le point d'écoulement du lubrifiant.

A titre d'exemple, le document US 2012/0149616 propose un lubrifiant aqueux comprenant, outre de l'eau, des polyalkylène glycols hydrosolubles, des émulsifiants, des additifs antigels de type alkylène glycol ou glycérol, des additifs anticorrosion, des additifs anti-mousse et des additifs réducteurs de frottement.

25 La demande WO 2021/259853 décrit également une composition lubrifiante aqueuse, associant un polyalkylène glycol, un composé antigel tel que le monoéthylène glycol, et un composé phosphoré.

Les glycols proposés à titre d'additif antigel, les moins onéreux et les plus répandus, l'éthylène glycol et le diéthylène glycol, présentent néanmoins une certaine toxicité. Ils
30 contribuent également de manière non souhaitable à accroître l'empreinte environnementale du lubrifiant, en particulier à l'émission de gaz à effet de serre.

Dès lors, il serait souhaitable de pouvoir réduire, voire même de s'affranchir de la présence de ces glycols mis en œuvre comme additifs antigels, à des fins de réduire encore l'empreinte environnementale des lubrifiants aqueux, sans toutefois affecter les propriétés à froid des lubrifiants aqueux.

- 5 La présente invention vise précisément à répondre à cette attente.

Exposé de l'invention

L'invention concerne ainsi, selon un premier de ses aspects, l'utilisation d'au moins un polyalkylène glycol, de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol, à titre d'agent antigel dans une composition lubrifiante aqueuse.

De manière inattendue, les inventeurs ont ainsi constaté que des polyalkylène glycols, typiquement mis en œuvre comme agents épaississants dans la formulation des lubrifiants aqueux, sont aptes à apporter au lubrifiant aqueux des propriétés antigel.

Au sens de l'invention, on entend par « agent ou additif antigel » un composé permettant d'apporter des propriétés antigel, c'est-à-dire d'abaisser le point d'écoulement de la composition dans laquelle il est mis en œuvre, dans le cas présent, de la composition lubrifiante aqueuse.

Les propriétés antigel peuvent être appréciées par mesure de l'évolution du point d'écoulement lors de l'ajout du composé antigel à une formulation à base d'eau, par exemple dans de l'eau. Le point d'écoulement, correspondant à la température en-dessous de laquelle la formulation commence à figer, peut être par exemple mesuré selon la norme ASTM D97 ou ISO 3016.

L'additivation d'un composé dit « antigel » permet ainsi d'abaisser le point d'écoulement du lubrifiant. Les propriétés antigel du lubrifiant permettent d'assurer que le lubrifiant présente de bonnes propriétés à froid. Par exemple, le lubrifiant utilisé au niveau d'un système de motorisation doit être suffisamment fluide au démarrage du moteur (à froid) pour lubrifier les pièces mécaniques. La valeur de point d'écoulement à laquelle doit satisfaire un lubrifiant varie bien entendu en fonction du type de lubrifiant (hydraulique, réducteur, moteur, etc.) et de l'application visée (conditions plus ou moins froides). A titre d'illustration, la valeur du point d'écoulement préconisée pour une huile hydraulique (minérale) standard est de -15°C/-12°C ; pour une huile hydraulique (minérale) « off-road »

avec des propriétés de température (indice de viscosité et point d'écoulement notamment) améliorées est de -27°C/-24°C, pour une huile (minérale) usuelle pour réducteur de -9°C.

De préférence, le ou lesdits polyalkylène glycols sont mis en œuvre à raison d'au moins 10
5 % massique, en particulier d'au moins 15% massique et plus particulièrement de 15 % à 50 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante aqueuse.

De manière avantageuse, il est ainsi possible selon l'invention de s'affranchir de l'utilisation d'additifs antigel de type glycol, tels que le monoéthylène glycol, le diéthylène glycol, le
10 monopropylène glycol, voire de tous autres additifs proposés jusqu'à présent comme agent antigel dans les formules de lubrifiants aqueux, tels que le glycérol.

La composition lubrifiante aqueuse dans laquelle le ou lesdits polyalkylène glycols sont mis en œuvre selon l'invention, peut ainsi avantageusement comprendre une teneur en additif(s) antigel de type glycol, par exemple en monoéthylène glycol, diéthylène glycol, et/ou
15 monopropylène glycol, et/ou en glycérol, strictement inférieure à 5 % massique par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante aqueuse, en particulier strictement inférieure à 1% massique, de préférence inférieure ou égale à 0,5 % massique, voire être totalement exempte de tels additifs antigels.

D'une manière plus générale, une composition lubrifiante aqueuse dans laquelle le ou lesdits
20 polyalkylène glycols sont mis en œuvre selon l'invention peut comprendre une teneur en additif(s) antigel annexe(s), en particulier choisi(s) parmi les glycols, en particulier 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 glycol et les alcools aliphatiques
25 polyhydriques tel que le glycérol, strictement inférieure à 5 % massique par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante aqueuse, en particulier strictement inférieure à 1% massique, de préférence inférieure ou égale à 0,5 % massique, en particulier inférieure ou égale à 0,1 % massique voire être totalement exempte de tels additifs antigel.

30 Par ailleurs, le ou lesdits polyalkylène glycols remplissent la double fonction d'agent épaississant et d'agent antigel, sans accroître significativement les concentrations généralement mises en œuvre lorsque les polyalkylène glycols sont introduits comme agents

épaississants, ce qui permet avantageusement de réduire la quantité d'additifs requise pour la formulation du lubrifiant aqueux.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention présente l'avantage d'être aisée à formuler.

5

De manière avantageuse, l'invention permet, en réduisant la quantité, voire en s'affranchissant des additifs antigels de type glycol, couramment mis en dans les lubrifiants aqueux, de réduire la toxicité et l'empreinte environnementale des lubrifiants, en particulier leur incidence sur les émissions de dioxyde de carbone, tout en conservant de bonnes propriétés à froid.

10

L'empreinte environnementale associée à la production d'un lubrifiant peut être évaluée, comme illustré dans les exemples qui suivent, 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).

15

L'utilisation du ou desdits polyalkylène glycol(s) selon l'invention peut être mise en œuvre pour améliorer l'indicateur de changement climatique de ladite composition lubrifiante aqueuse. Cet indicateur est notamment détaillé dans la partie « Exemple 2 » ci-après.

Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, comme détaillé dans la suite du texte, tout ou partie du ou desdits polyalkylène glycols mis en œuvre selon l'invention sont biosourcés (non d'origine fossile), ce qui permet encore de réduire l'empreinte environnementale des lubrifiants aqueux proposés selon l'invention, en particulier leur incidence sur l'émission de gaz à effet de serre.

20

L'invention concerne également, selon un autre de ses aspects, une composition lubrifiante aqueuse comprenant au moins :

- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;
- au moins 10 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g.mol⁻¹,

30

ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 ;
5 les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques tel que le glycérol, strictement inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition.

De préférence, le ou lesdits polyalkylène glycols sont présents en une teneur d'au moins 15% massique par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante aqueuse.

- 10 De préférence, le ou lesdits polyalkylène glycols (PAG(s)) sont présents dans la composition lubrifiante aqueuse dans un rapport massique PAG(s)/eau inférieur ou égal à 0,30, en particulier inférieur ou égal à 0,25 et plus particulièrement inférieur ou égal à 0,20.

- De préférence, la teneur en eau, en particulier en eau déionisée, d'une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention, est supérieure ou égale à 15% massique, en particulier
15 supérieure ou égale à 30% massique.

Une composition lubrifiante selon l'invention présente avantageusement d'excellentes propriétés de refroidissement et de résistance au feu.

- 20 Les compositions lubrifiantes selon l'invention, présentant de bonnes propriétés à froid, peuvent être utilisées sur une large gamme de températures, en particulier allant de -20°C à +70°C.

- Elles peuvent ainsi être mises en œuvre pour de multiples applications, notamment en tant que fluides hydrauliques ou pour la lubrification et/ou le refroidissement de divers systèmes
25 mécaniques. Elles peuvent ainsi être employées dans tous les systèmes et pour toutes applications, en substitution des lubrifiants conventionnellement mis en œuvre, notamment des lubrifiants hydrocarbonés. Des exemples d'application sont donnés dans la suite du texte.

- Ainsi, l'invention concerne encore l'utilisation d'une composition lubrifiante aqueuse selon
30 l'invention, pour la lubrification et/ou le refroidissement des pièces en mouvement dans un système mécanique, par exemple pour la lubrification et/ou le refroidissement de systèmes

de motorisation mobiles ou stationnaires, ou à titre de fluide hydraulique, notamment à une température comprise entre -20°C et $+70^{\circ}\text{C}$.

L'invention concerne encore un procédé de lubrification d'un système mécanique, en particulier dans un système de motorisation mobile ou stationnaire, comprenant une étape
5 de mise en contact d'au moins une pièce dudit système mécanique avec une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention.

La présente invention concerne également l'utilisation d'une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention, pour réduire les frottements entre les pièces en mouvement dans un système mécanique, ainsi que l'utilisation d'une composition lubrifiante aqueuse selon
10 l'invention pour réduire l'usure des pièces dans un système mécanique.

De manière avantageuse, une composition selon l'invention associe de bonnes propriétés tribologiques, en particulier de réduction des frottements et/ou de résistance à l'usure, plus particulièrement de réduction des frottements, et de bonnes propriétés de refroidissement
15 liées à la présence de l'eau. Ainsi, une composition aqueuse selon l'invention peut avantageusement assurer la double fonction de lubrification et de refroidissement.

Il est ainsi possible de tirer profit d'une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention pour s'affranchir de la mise en œuvre de deux fluides distincts, d'un côté un fluide de refroidissement, de l'autre, un fluide lubrifiant.

D'autres caractéristiques, variantes et avantages de l'utilisation des polyalkylène glycols à titre d'agents antigel, et des compositions lubrifiantes aqueuses formulées selon l'invention, 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.

Dans la description et les exemples, sauf indication contraire, les pourcentages sont des pourcentages pondéraux. Les pourcentages sont donc exprimés en masse par rapport à la masse totale de la composition. La température est exprimée en degré Celsius sauf indication
30 contraire, et la pression est la pression atmosphérique, sauf indication contraire.

Brève description des dessins

[Fig 1] représente les résultats de l'évaluation de l'empreinte environnementale, suivant différents indicateurs, associée à un lubrifiant de référence CC1 mettant en œuvre le diéthylène glycol comme additif antigel, et aux lubrifiants selon l'invention CL1 et CL2, décrits en exemple 2.

5

Description détaillée

COMPOSITION LUBRIFIANTE AQUEUSE

Comme indiqué précédemment, l'invention repose sur la mise en œuvre, à titre d'agent antigel, d'un ou plusieurs polyalkylène glycols pour la formulation d'une composition
10 lubrifiante aqueuse.

Au sens de l'invention, une composition lubrifiante aqueuse, dite encore lubrifiant aqueux, est une formulation comprenant 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.

15 De préférence, une composition lubrifiante aqueuse comprend au moins 15% massique d'eau, notamment d'eau déminéralisée, par exemple d'eau déionisée, de préférence au moins 30% massique, plus particulièrement de 30% à 85% massique.

De manière avantageuse, outre son rôle de solvant, l'eau permet d'accéder à une composition lubrifiante présentant de bonnes propriétés de refroidissement, et pouvant être mise en œuvre
20 comme fluide de refroidissement des pièces en mouvement dans un système mécanique.

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

25 Par « eau osmosée » au sens de la présente invention, on entend désigner une eau ayant subi une purification, notamment par un procédé d'osmose inverse, afin 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 suite du texte, les expressions « eau déminéralisée » ou encore « eau ultrapure » seront considérées comme équivalentes ou
30 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.

La mise en œuvre d'une eau déionisée est donc particulièrement avantageuse dans le cadre de l'utilisation du lubrifiant aqueux selon l'invention pour des applications requérant un fluide conduisant peu, voire pas du tout, l'électricité, comme par exemple pour la mise en œuvre du lubrifiant aqueux pour la lubrification et le refroidissement de systèmes mécaniques comprenant un circuit électrique, par exemple des moteurs électriques ou hybrides, en particulier dans des véhicules électriques ou hybrides.

10 Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention se différencie donc des lubrifiants à base huileuse classiquement mis en œuvre dans les systèmes mécaniques, qui comprennent une proportion majoritaire d'une ou plusieurs 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 (environ 25 °C). En particulier, une
15 huile non soluble dans l'eau présente une solubilité dans l'eau inférieure à 0,2 g/L, à température ambiante.

Il s'agit notamment des huiles de bases lubrifiantes appartenant aux groupes I à V selon les classes définies dans la classification API (ou leurs équivalents selon la classification ATIEL) et leurs mélanges.

20 De préférence, une composition lubrifiante aqueuse selon la présente invention comprend moins de 5 % massique d'huile(s) non soluble(s) dans l'eau, de préférence moins de 2 % massique, plus préférentiellement moins de 1 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Avantageusement, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention est totalement
25 exempte d'huile non soluble dans l'eau.

Polyalkylène glycol

Comme indiqué précédemment, une composition lubrifiante aqueuse comprend un ou plusieurs polyalkylène glycols à titre d'agent antigel.

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

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
5 parmi les polyalkylène glycols présentant un point trouble (dit « Cloud point » en anglais), autrement dit ayant la 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, ce

10 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 ou DIN EN 1890, généralement pour un mélange de polyalkylène glycol à 1% massique dans l'eau.

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

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.

20 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 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.

25 De préférence, le polyalkylène glycol mis en œuvre selon 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.

30 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

5 fonctions situées aux extrémités des chaînes polymériques.

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

10 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 moléculaire moyenne en poids (M_w) d'au moins 2000 g.mol⁻¹, en particulier d'au moins 2500 g.mol⁻¹, plus particulièrement d'au moins 3000 g.mol⁻¹, notamment comprise entre

15 3000 et 50 000 g.mol⁻¹, voire entre 5000 et 25 000 g.mol⁻¹, de préférence entre 5 000 et 15 000 g.mol⁻¹.

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

20 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

25 100 000 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

30 250 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
5 mélange d'au moins deux polyalkylène glycols distincts, plus particulièrement d'au moins un polyalkylène glycol de faible masse moléculaire moyenne en poids et d'au moins un polyalkylène glycol de haute masse moléculaire 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 moléculaire moyenne en poids du mélange de
10 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).

15 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
20 biosourcés permet ainsi de réduire encore l'empreinte carbone de la composition lubrifiante selon l'invention.

De préférence, le ou lesdits polyalkylène glycol(s) sont mis en œuvre à raison d'au moins 10% massique par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante aqueuse, de
25 préférence d'au moins 15% massique, en particulier de 15% à 50% massique, plus particulièrement de 15% à 30% massique, voire de 16% à 20% massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante aqueuse.

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
30 PAG(s)/eau inférieur ou égale 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.

En particulier, le ou lesdits polyalkylène glycol(s) peuvent être mis en œuvre à raison de 15% à 23% massique par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante aqueuse, le ou lesdits polyalkylène glycol(s) étant plus particulièrement présents dans la composition lubrifiante aqueuse dans un rapport massique PAG(s)/eau inférieur ou égal à 0,30.

5

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.

10 **Additif antigel annexe**

Comme indiqué précédemment, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention comprend avantageusement une teneur réduite en additifs antigel jusqu'alors proposés dans les lubrifiants aqueux, encore appelés composés antigel.

Les additifs antigel « conventionnels », proposés pour les lubrifiants aqueux, sont des molécules ou oligomères présentant un nombre d'unités monomériques strictement inférieur à dix, et donc distincts des polyalkylènes glycols considérés selon l'invention.

En particulier, les additifs antigel peuvent être choisis parmi des glycols, des monoéthers aliphatiques desdits glycols et des alcools aliphatiques polyhydriques.

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 monopropylène glycol, si présent(s) dans une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention, est strictement inférieure à 5 % massique, en particulier strictement inférieure à 1% 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.

30

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.

5

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.

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

10

De préférence, la teneur en additif(s) antigel annexe(s), en particulier choisi(s) parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques, en particulier tels que décrits précédemment, si présent(s) dans une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention, est strictement inférieure à 5 % massique. Ainsi, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention se différencie des lubrifiants aqueux proposés jusqu'à présents qui comprennent une quantité efficace (autrement dit une quantité suffisante pour apporter les propriétés antigel requises) d'un ou plusieurs additifs antigel choisis parmi les glycols, les monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques, en particulier tels que décrits précédemment.

15

20

En particulier, une composition lubrifiante aqueuse telle que revendiquée selon l'invention, comprend une teneur en additifs antigel annexes, en particulier 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.

25

De préférence, une composition lubrifiante aqueuse telle que revendiquée selon l'invention, est exempte d'additifs antigel annexes distincts du ou desdits PAG(s) mis en œuvre selon l'invention.

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

30

- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;

- de 15% à 50% massique, en particulier de 15% à 30% massique, plus particulièrement de 16% à 20% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g.mol⁻¹,

- 5 le rapport massique PAG(s)/eau étant inférieur ou égal à 0,30, ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur strictement inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 ;
10 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.

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

- 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
20 moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g.mol⁻¹ ;

le rapport massique PAG(s)/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 composé(s) antigel
25 annexe(s), en particulier 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.

30 **Autres additifs**

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre en outre divers autres additifs.

Il est entendu que le ou lesdits additifs 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.

Le ou lesdits additifs sont bien entendu choisis au regard de l'application visée pour le
5 lubrifiant aqueux.

L'homme du métier veillera à choisir les éventuels additifs et/ou leur quantité de telle manière que les propriétés avantageuses de la composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention, en particulier les propriétés antigel, ne soient pas altérées par l'adjonction envisagée.

10 De tels additifs peuvent être plus particulièrement 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, des agents émulsifiants, et leurs mélanges.

Avantageusement, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre
15 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.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre plus particulièrement de 0,1 à 10 % massique d'additifs, en particulier de 1,0 à 8,0 % massique
20 d'additifs, notamment de 1,0 à 5,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Régulateur de pH

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre au moins un additif
25 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.

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
30 métalliques, mais également de favoriser la solubilisation des différents composés dans la composition lubrifiante, en particulier du ou des polyalkylène glycol(s), en particulier tels que définis précédemment.

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 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.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention 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, une composition lubrifiante aqueuse selon 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.

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

- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;

- au moins 10% massique, en particulier au moins 15% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène(s) glycol de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol ;

- au moins un additif régulateur de pH permettant de maintenir le pH de ladite composition lubrifiante entre 8 et 15, en particulier choisi parmi les alcanolamines et la diglycolamine ;

ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 exprimées par rapport à la masse totale de la composition.

5 Inhibiteur de corrosion

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'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 desdits inhibiteurs de corrosion peut être choisie au regard du métal à protéger contre la corrosion, tel que
10 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.

15 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
20 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 isononoylamidocaproïque, 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
25 de pH, en particulier permettant de maintenir le pH de la composition entre 8 et 15 définis précédemment.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention 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
30 rapport à la masse totale de la composition.

Dans un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre au moins :

- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;
 - au moins 10% massique, en particulier au moins 15% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène(s) glycol de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol ;
 - au moins un inhibiteur de corrosion, en particulier choisi parmi les inhibiteurs de corrosion organiques, plus particulièrement les acides aliphatiques monocarboxyliques,
- ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 exprimées par rapport à la masse totale de la composition.

15 Additif anti-usure/extrême-pression

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'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.

20 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.

25

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.

30

Avantageusement, une composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention comprend moins de 0,1 % massique d'additif extrême-pression 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 évoqué 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.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut 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

Une composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'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-mousse est choisi parmi les siloxanes tridimensionnelles.

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

En particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre de 0,001 % à 3,0 % massique d'additif(s) anti-mousse, de préférence de 0,005 % à 1,5 % massique, plus préférentiellement de 0,01 % à 1,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.

Agents passivant les métaux

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre au 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 (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, la N,N-bis(nonyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, la N,N-bis(décyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, la N,N-bis(undécyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, la N,N-bis(dodécyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, la N,N-bis(2-éthylhexyl)-ar-méthyl-1H-benzotriazole-1-méthyl-amine, les 1,2,4-triazoles, les benzimidazoles, 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-mercaptothiadiazoles, 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.

Une composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention 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.

Dans un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre au moins :

- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;
 - au moins 10% massique, en particulier au moins 15% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène(s) glycol de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol ;
 - au moins un agent passivant les métaux, en particulier choisi parmi les dérivés du triazole, plus particulièrement choisi parmi le tétrahydrobenzotriazole (THBTZ), le tolyltriazole (TTZ), le benzotriazole (BTZ), et leurs sels, pris seuls ou en mélanges,
- ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 exprimées par rapport à la masse totale de la composition.

Colorants

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'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.

5 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.

Agents émulsifiants

10 Une composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention peut comprendre un ou plusieurs agents émulsifiants, également appelés émulseurs. Leur fonction est de générer des émulsions stables dans l'eau.

Les agents émulsifiants peuvent être plus particulièrement non ioniques, comme par exemple des alcools gras éthoxylés, des acides gras éthoxylés, des amides gras éthoxylés ; anioniques, 15 par exemple des savons de KOH, de NaOH ; des sulfonates ; cationiques, tels que des composés ammonium quaternaire ; ou encore des esters d'acide carboxylique solubles ou émulsionnables dans l'eau.

En particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre de 0,01 % à 10 % massique d'agent(s) émulsifiant, de préférence de 0,1 % à 5,0 % massique, 20 par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.

Agents séquestrant

Une composition lubrifiante aqueuse mise en œuvre selon l'invention peut comprendre au moins un agent séquestrant. Les agents séquestrant, encore appelés agents chélatant, 25 permettent de limiter l'incrustation d'ion métalliques dans la composition.

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- 30 diphosphonique (HEDP), le 1,1-diphosphonate de 1-hydroxyléthylidène, l'acide de 2-hydroxyéthylamine di(méthylène phosphonique) (HEAMP), 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 organiques, tels que l'acide maléique et l'acide polyaspartique, les polysaccharides et les carbohydrates, tels que l'inuline, la carboxyméthylinuline et le carboxyméthylchitosane.

5 Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre de 0,001% à 2,0 % massique d'agent(s) séquestrant, de préférence de 0,01 % à 1,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Biocides et fongicides

10 Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut comprendre au moins un agent biocide et/ou fongicide. Les biocides et fongicides 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 15 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 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- 20 bis-morpholine (MBM) ; l'acide sorbique ; de préférence 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.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut notamment comprendre entre 25 0,01 % et 10 % massique de biocide(s) et/ou fongicide(s), de préférence entre 0,5 % et 5,0 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

Il est entendu que les différents modes de réalisation particuliers décrits précédemment peuvent être combinés, dans la mesure du possible, pour définir d'autres modes de réalisation 30 particuliers.

En particulier, chacun des additifs spécifiquement décrits ci-dessus peut être introduit seul, ou en combinaison avec au moins un autre des additifs spécifiquement décrits, ce qui définit différentes variantes de réalisation d'une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention.

- 5 Dans un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention comprend au moins :
- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;
 - au moins 10% massique, en particulier au moins 15% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène(s) glycol de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol ;
 - un ou plusieurs additifs choisis parmi des agents anti-mousses, des inhibiteurs de corrosion, des régulateurs de pH, des agents passivant les métaux, des colorants, en particulier tels que définis ci-dessus,
- ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition.
- 20 Dans un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention comprend au moins :
- au moins 15% massique d'eau, notamment d'eau déminéralisée, par exemple d'eau déionisée, de préférence au moins 30% massique, plus particulièrement de 30% à 85% massique ;
 - au moins 10% massique, en particulier au moins 15% massique, en particulier de 15% à 50% massique, plus particulièrement de 15% à 30% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène(s) glycol de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol ;
 - de 0,1 à 10% massique, en particulier de 1,0 à 5,0 % massique, d'un ou plusieurs additifs choisis parmi des agents anti-mousses, des inhibiteurs de corrosion, des régulateurs de pH, des agents passivant les métaux, des colorants, en particulier tels que définis ci-dessus,
- ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel

annexe(s), en particulier 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 exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition.

5

En particulier, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut consister en :

- au moins 10% massique, en particulier au moins 15% massique, en particulier de 15% à 50% massique, plus particulièrement de 15% à 30% massique, d'un ou plusieurs polyalkylène(s) glycol de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol ;

10

- de 0,1 à 10% massique, en particulier de 1,0 à 5,0 % massique, d'un ou plusieurs additifs choisis parmi des agents anti-mousses, des inhibiteurs de corrosion, des régulateurs de pH, des agents passivant les métaux, des colorants, en particulier tels que définis ci-dessus, ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel annexe(s), en particulier 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 exprimées par rapport à la masse totale de la composition ; le reste étant constitué d'eau, de préférence d'eau déionisée.

15

20

Une composition lubrifiante selon l'invention présente avantageusement une viscosité cinématique, mesurée à 40°C selon la 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, une composition lubrifiante selon l'invention présente un indice de viscosité compris entre 100 et 300, de préférence compris entre 150 et 350.

25

Comme évoqué précédemment, une composition lubrifiante selon l'invention présente de bonnes performances en termes de propriétés à froid.

La viscosité Brookfield à basse température d'une composition lubrifiante quantifie son aptitude à rester liquide à des températures très faibles et en particulier est représentatif de sa capacité à conserver ses propriétés à froid.

30

En particulier, une composition lubrifiante selon l'invention peut présenter une viscosité Brookfield, mesurée à -40°C selon la norme ASTM D2983, comprise entre 1000 mPa.s et 100 000 mPa.s, de préférence entre 5 000 mPa.s et 60 000 mPa.s.

5 APPLICATION

Les compositions lubrifiantes aqueuses peuvent trouver diverses applications. D'une manière générale, elles peuvent être mises en œuvre comme fluide lubrifiant pour les systèmes et les applications, en substitution des lubrifiants conventionnels hydrocarbonés.

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

Les pièces mécaniques lubrifiées à l'aide d'une composition lubrifiante selon l'invention peuvent être en tout matériau conventionnellement utilisé dans les domaines concernés, en particulier en métal, tel que l'acier, l'acier galvanisé, l'acier inoxydable, les métaux jaunes, mais également en céramique ou en matériau polymère.

Il est entendu que la surface de ces différents matériaux peut être revêtue, par exemple par un revêtement DLC (pour « Diamon Like Carbon » en langue anglaise).

A titre d'illustration d'application envisageable, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut être destinée à lubrifier les pièces en mouvement dans un système mécanique, et plus particulièrement destinée à lubrifier un système de motorisation mobile ou stationnaire.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut ainsi être mise en œuvre pour la lubrification et/ou le refroidissement d'engrenages, de roulements, de paliers, tels que des paliers à roulement ou à glissement ou encore de moteurs.

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

Un système de motorisation « stationnaire » au sens de l'invention est un système de motorisation incluant un moteur stationnaire. Il peut trouver par exemple des applications

dans des dispositifs de production d'énergie électrique. Il peut s'agir en particulier d'un système de motorisation à gaz, en particulier d'un moteur à gaz stationnaire.

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 », ou encore les véhicules marins.

Un système de motorisation mobile peut être ainsi un système de propulsion d'un véhicule, en particulier d'un véhicule à combustion, d'un véhicule électrique ou encore d'un véhicule hybride.

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.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention permet avantageusement d'agir efficacement sur la consommation de carburant *via* son impact sur les forces de frottements générées entre les différents organes de véhicules à moteur. En particulier, une composition lubrifiante aqueuse s'avère tout particulièrement avantageuse pour réduire les frottements dans les boîtes de vitesses, dans les différentiels de ponts et/ou dans la culasse.

En réduisant ainsi les frottements entre les pièces en mouvement au niveau du système de propulsion du véhicule, une composition lubrifiante selon l'invention permet non seulement de réduire l'usure, mais aussi de limiter les déperditions d'énergie responsables d'une surconsommation de carburant.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention présente ainsi avantageusement de bonnes propriétés en termes de réduction de la consommation de carburant des véhicules à moteur, dites encore propriétés de « Fuel Eco » et, de fait, participe à la réduction des émissions de CO₂.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut trouver une application intéressante pour la lubrification et/ou le refroidissement d'un système de propulsion de véhicule électrique ou hybride, et plus particulièrement du moteur, de l'électronique de puissance, de la transmission et/ou de la batterie.

Une composition aqueuse selon l'invention peut être mise en œuvre à la fois comme fluide de refroidissement et comme lubrifiant, par exemple dans un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride. De manière avantageuse, une composition selon l'invention permet d'accéder conjointement à de bonnes propriétés en termes de refroidissement et de

5 lubrification des pièces du système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, tel qu'un moteur électrique d'un véhicule électrique ou hybride. Elle s'avère notamment efficace pour refroidir l'électronique de puissance et/ou le rotor et/ou le stator d'un moteur électrique. Elle assure également la lubrification des roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique d'un véhicule électrique ou hybride.

10 Également, une composition selon l'invention permet avantageusement de refroidir efficacement la batterie présente dans un véhicule électrique ou hybride.

Ainsi, de manière avantageuse, il est par exemple possible, en mettant en œuvre, une unique composition selon l'invention, d'assurer à la fois le refroidissement de la batterie et la lubrification de la transmission, en particulier le réducteur, dans un véhicule électrique ou

15 hybride.

Une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut être mise en œuvre à titre de lubrifiant de rodage, par exemple pour le rodage des systèmes de motorisation mobiles ou stationnaires.

20 En effet, les systèmes mécaniques neufs ou remis à neuf peuvent nécessiter, lors des premiers démarrages, une lubrification appropriée afin d'éviter de premiers dommages en surface des pièces jusqu'à ce que le système mécanique atteigne son fonctionnement optimal.

Comme évoqué précédemment, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut

25 trouver également des applications en tant que fluide hydraulique, en particulier dans des actionneurs hydrauliques (cylindres/moteurs) ou des assemblages de machines sur demande. En particulier, les fluides hydrauliques sont soumis à des contraintes mécaniques constantes et de cisaillement élevé du fait de leur passage constant dans une pompe afin de maintenir une pression appropriée dans le système hydraulique.

30 Ainsi, une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention peut être utilisée pour la lubrification des différentes pièces en mouvement dans un système hydraulique. Elle peut en outre assurer le transfert thermique entre les différents organes d'un système hydraulique.

L'ensemble des applications détaillées ci-dessus permettent d'illustrer certaines mises en œuvre avantageuses d'une composition lubrifiante aqueuse selon l'invention.

Selon l'invention, les caractéristiques particulières, avantageuses ou préférées définies pour une composition selon l'invention, 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 bien entendu à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

Exemple 1

Préparation de solutions aqueuses de polyalkylène glycol

Le polyalkylène glycol mis en œuvre dans cet exemple est un copolymère statistique d'oxyde d'éthylène (OE)/ oxyde de propylène (OP) de masse moléculaire 21000 g/mol, possédant un rapport massique OE/OP de 80/20, formé à partir d'un initiateur de type polyol, le pentaérythritol, et comportant des terminaisons hydroxyles.

Quatre solutions **S1**, **S2**, **S3** et **S4** sont préparées par simple mélange, à température ambiante, du polyalkylène glycol avec de l'eau déionisée dans des proportions croissantes (20% à 80%), comme indiqué dans le tableau 1 suivant. Les pourcentages sont exprimés en masse par rapport à la masse totale de la composition.

Leur point d'écoulement est mesuré selon la norme ISO 3016.

Le point d'écoulement de l'eau déionisée seule **C0** et du polyalkylène glycol seul **C5** est également mesuré.

Les valeurs des mesures des points d'écoulements sont reportées dans le tableau 1 ci-dessous.

[Tableau 1]

	C0	S1	S2	S3	S4	C5
Eau déionisée [%]	100	80	60	35	20	0
Polyalkylèneglycol [%]	0	20	40	65	80	100
Point d'écoulement [°C]	0	-15	-21	-30	-21	0

Il est observé que le mélange d'eau déionisée et de polyalkylène glycol permet d'abaisser le point d'écoulement, par rapport à l'eau pure. Ces essais démontrent donc les propriétés antigel du polyalkylène glycol mis en œuvre dans l'eau.

5 Exemple 2

Préparation de compositions lubrifiantes

Les polyalkylènes glycols considérés dans cet exemple sont : :

- PAG 1 : polyalkylène glycol non-biosourcé, disponible commercialement, qui est un copolymère statistique OE/OP de masse moléculaire 14300 g/mol présentant deux groupes hydroxyles terminaux, et de viscosité cinématique à 40°C de 55 000 mm²/s ;
- PAG 2 : polyalkylène glycol biosourcé, chimiquement semblable au PAG 1 (copolymère OE/OP avec des fonctions hydroxyles terminales), également disponible commercialement, de masse moléculaire 26000 g/mol et de viscosité cinématique à 50°C de 40 000 mm²/s.

Des lubrifiants aqueux (CL1 et CL2) selon l'invention, mettant en œuvre les PAG 1 et PAG 2, sont formulés selon la composition indiquée dans le tableau suivant et comparés à un lubrifiant aqueux commercialisé CC1 mettant en œuvre un glycol (diéthylène glycol) comme antigel.

Les pourcentages sont exprimés en masse par rapport à la masse totale de la composition.

[Tableau 2]

	CC1	CL1	CL2
Eau déionisée [%]	42,65	80,60	80,60
PAG 1 [%]	14,25	16,00	-
PAG 2 [%]	-	-	16,00
Diéthylène glycol [%]	40,00	-	-
Paquet d'additifs 1 ^(*) [%]	3,1		
Paquet d'additifs 2 ^(*) [%]		3,4	3,4

(*) Les paquets d'additifs 1 et 2 sont des mélanges d'additifs comprenant un ou plusieurs additifs régulateurs de pH, un ou plusieurs additifs anti-corrosion, un ou plusieurs agents passivant les métaux, un ou plusieurs additifs anti-mousse et/ou un ou plusieurs colorants. L'empreinte environnementale du paquet d'additifs 2 est similaire voire légèrement supérieure au paquet d'additifs 1.

Empreinte environnementale

L'empreinte environnementale associée à la production de chacun des lubrifiants est évaluée suivant différents indicateurs définis par l'Union Européenne, et d'après les données
5 communiquées par les fabricants.

Indicateur de changement climatique

L'indicateur dit de « changement climatique » est estimé pour les trois lubrifiants précités. Cet indicateur se réfère à l'augmentation des températures moyennes en conséquence des émissions des gaz à effet de serre. Le potentiel de réchauffement global de toutes les
10 émissions de gaz à effet de serre est mesuré en équivalent de kilogramme de dioxyde de carbone (kg CO₂ eq), à savoir que tous les gaz à effet de serre sont comparés à la quantité de potentiel de réchauffement de 1 kg de CO₂.

Les résultats de l'appréciation de cet indicateur, exprimés en pourcentage pour les lubrifiants CL1 et CL2 par rapport au lubrifiant de référence CC1 (100 %), sont présentés en Figure 1.

15 Ils mettent en évidence une réduction significative de l'impact sur le changement climatique de la formulation CL1 selon l'invention et encore davantage de la formulation CL2 incorporant un PAG bio-sourcé, comparativement au lubrifiant commercial CC1 mettant en œuvre du diéthylène glycol comme additif antigel.

20 Les autres indicateurs suivants sont estimés pour les lubrifiants CL1 et CC1.

Indicateur d'impact sur la couche d'ozone : Les impacts potentiels de toutes les substances pouvant conduire à un appauvrissement de la couche d'ozone sont convertis en leur équivalent de kilogrammes de trichlorofluorométhane, l'unité de mesure est donc en kilogramme d'équivalent CFC-11 (kg CFC-11 eq).

25 *Formation d'ozone par voie photochimique* : L'impact potentiel des substances contribuant à la formation d'ozone photochimique est converti en équivalent de kilogrammes de composés organiques volatils sans méthane (ex. alcools, aromatiques, etc. ; kg NMVOC eq).

Emission de particules : Cet indicateur mesure les impacts négatifs sur la santé humaine causée par les émissions de matière particulaire (MP) et ses précurseurs (par ex. NO_x, SO₂).

30 L'impact potentiel est mesurée comme la variation de la mortalité due aux émissions de particules, exprimées en incidence de maladies par kg de PM_{2,5} (particules de diamètres de 2,5 µm) émis.

Toxicité humaine : Cet indicateur fait référence aux impacts potentiels sur la santé humaine causée par des substances absorbantes par l'air, l'eau et le sol. L'unité de mesure est le « Comparative Toxic Unity for Humans » (CTUh). Celle-ci est basée sur un modèle appelé USEtox.

- 5 *Acidification* : L'acidification peut être causée par des émissions qui pénètrent dans l'air, l'eau et le sol. Les sources les plus importantes sont les procédés de combustion dans la production d'électricité, de chauffage et transport. L'impact potentiel des substances contribuant à l'acidification est converti en équivalent de moles de hydron (eq mol H⁺).

- 10 *Eutrophisation, eaux douces* : L'eutrophisation a un impact sur les écosystèmes en raison des substances contenant de l'azote (N) ou du phosphore (P). L'impact potentiel des substances contribuant à l'eutrophisation de l'eau douce est converti en équivalent de kilogrammes de phosphore (kg P eq).

- 15 *Ecotoxicité, eaux douces* : Cet indicateur fait référence aux impacts toxiques potentiels sur un écosystème. L'unité de la mesure est l'unité toxique comparative pour écosystèmes (CTUe). Celle-ci est basée sur un modèle appelé USEtox.

Consommation d'eau : L'impact potentiel est exprimé en mètres cubes (m³) d'utilisation d'eau.

- 20 *Utilisation de ressources fossiles* : La quantité de matériaux contribuant à l'utilisation des ressources, fossiles, est convertie en MJ.

Les résultats de l'appréciation de ces différents indicateurs, exprimés en pourcentage pour le lubrifiant CL1 par rapport au lubrifiant de référence CC1 (100 %), sont présentés en Figure 1.

- 25 D'une manière générale, les lubrifiants aqueux formulés selon l'invention permettent une diminution de l'impact environnement apprécié *via* les différents critères précités.

Revendications

1. Utilisation d'au moins un polyalkylène glycol, noté PAG, de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins 1500 g/mol, à titre d'agent antigel dans une composition lubrifiante aqueuse.

5 2. Utilisation selon la revendication précédente, le ou lesdits polyalkylène glycol(s) étant mis en œuvre à raison d'au moins 10% massique, en particulier de 15% à 50% massique, plus particulièrement de 15% à 30% massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante aqueuse.

10 3. Utilisation selon la revendication 1 ou 2, ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant au moins 15% massique d'eau, notamment d'eau déminéralisée, par exemple d'eau déionisée, de préférence au moins 30% massique, plus particulièrement de 30% à 85% massique.

15 4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol comprend au moins 50 % massique, en particulier au moins 80 % massique, plus préférentiellement au moins 90 % massique d'unités oxyde de propylène et/ou oxyde d'éthylène.

20 5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol est un copolymère, notamment statistique, d'oxyde d'éthylène (OE) et d'oxyde de propylène (OP), de préférence comprenant les unités oxyde d'éthylène (OE) et oxyde de propylène (OP) 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.

 6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol comporte des fonctions terminales hydroxyles.

25 7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol présente un point trouble déterminé selon la norme ASTM D 2024, en particulier supérieur ou égal à 70°C.

30 8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol 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.

9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol 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.

5 10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol présente un point éclair mesuré par la norme ISO 2592 supérieur ou égal à 160 °C, en particulier supérieur ou égal à 220 °C.

11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, le ou les polyalkylène glycol(s) présentant une masse moléculaire moyenne en poids d'au moins
10 2000 g.mol⁻¹, en particulier d'au moins 2500 g.mol⁻¹, plus particulièrement d'au moins 3000 g.mol⁻¹, notamment comprise entre 3000 et 50 000 g.mol⁻¹, voire entre 5 000 et 25 000 g.mol⁻¹.

12. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit polyalkylène glycol est biosourcé.

15 13. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur en composé(s) antigel(s) annexe(s), en particulier 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
20 monoéthers aliphatiques desdits glycols et les alcools aliphatiques polyhydriques tel que le glycérol, strictement inférieure à 5 % massique, en particulier strictement inférieure à 1 % massique, et plus particulièrement inférieure ou égale à 0,1 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante aqueuse.

14. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour
25 améliorer l'indicateur de changement climatique de ladite composition lubrifiante aqueuse.

15. Composition lubrifiante aqueuse comprenant au moins :

- de l'eau, en particulier de l'eau déionisée ;
- au moins 10 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, d'un ou plusieurs polyalkylène glycol(s) de masse moléculaire moyenne en poids, Mw, d'au moins
30 1500 g.mol⁻¹,
ladite composition lubrifiante aqueuse comprenant une teneur strictement inférieure à 1% massique, par rapport à la masse totale de ladite composition, en composé(s) antigel

annexe(s), en particulier 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.

16. Composition lubrifiante aqueuse selon la revendication précédente comprenant au moins 15% massique, en particulier de 15% à 50% massique, plus particulièrement de 15% à 30% massique, voire de 16% à 20% massique, du ou desdits polyalkylène glycol(s), par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante aqueuse.

17. Composition lubrifiante aqueuse selon la revendication 15 ou 16, dans laquelle le rapport massique PAG(s)/eau est 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.

18. Composition lubrifiante aqueuse selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, dans laquelle le ou lesdits polyalkylène glycol(s) sont tels que définis dans l'une quelconque des revendications 4 à 12.

19. Composition lubrifiante aqueuse selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, comprenant en outre au moins un additif choisi parmi des agents anti-mousses, 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, des agents émulsifiant, et leurs mélanges, de préférence choisi parmi des agents anti-mousses, des agents extrême-pression, des inhibiteurs de corrosion, des régulateurs de pH, des agents passivant les métaux, des colorants, et leurs mélanges.

20. Utilisation d'une composition lubrifiante aqueuse telle que définie selon l'une quelconque des revendications 15 à 19 pour la lubrification et/ou le refroidissement des pièces en mouvement dans un système mécanique, par exemple pour la lubrification et/ou le refroidissement de systèmes de motorisation mobiles ou stationnaires, ou à titre de fluide hydraulique.

[Fig 1]

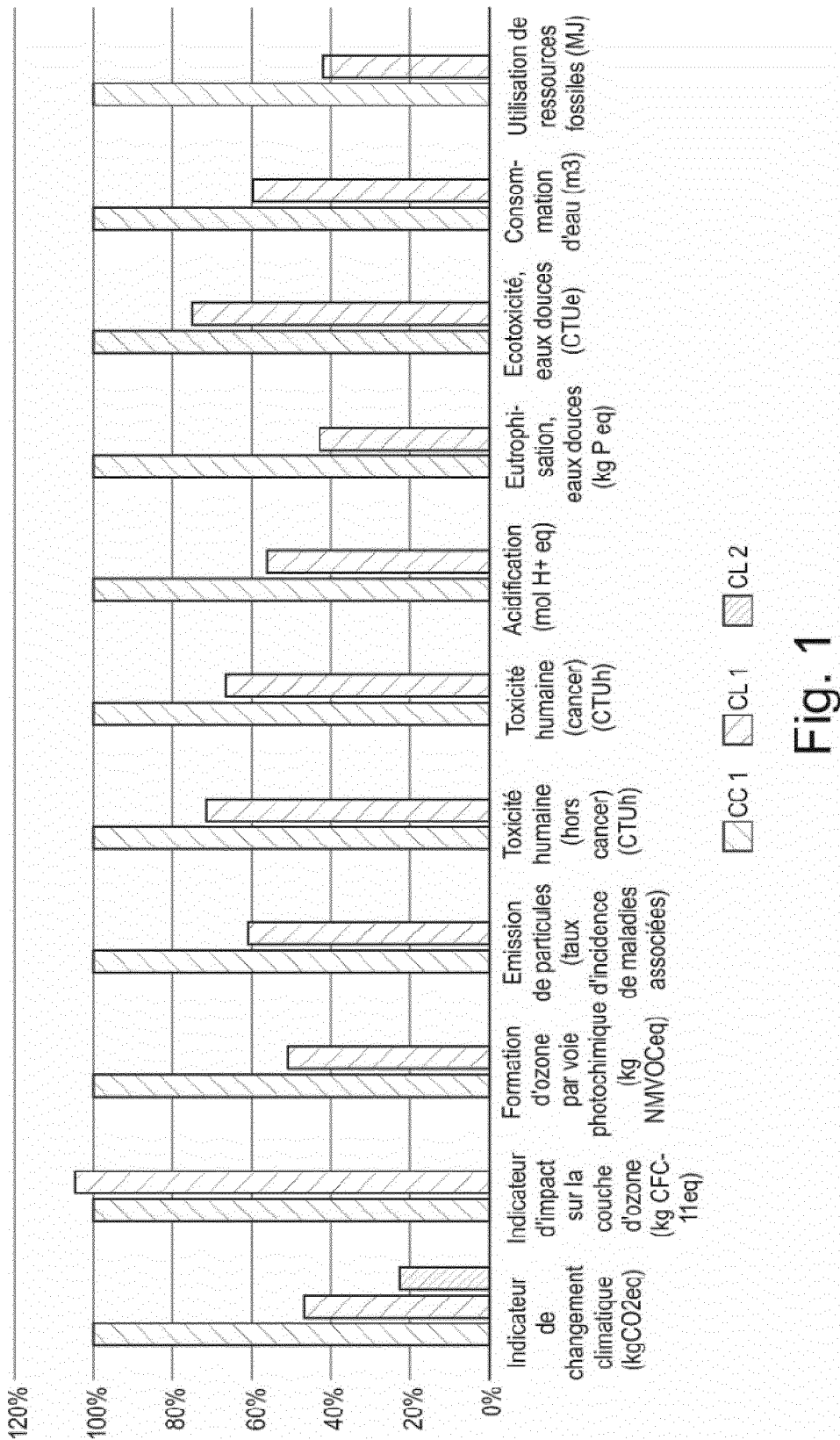


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C10M 145/26*(2006.01)i; *C10M 173/00*(2006.01)i; *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; C10N

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	US 2004094743 A1 (WOYDT MATHIAS [DE] ET AL) 20 May 2004 (2004-05-20) paragraphs [0014], [0020], [0025]; claims; examples; table 1	1-20
X A	DE 1944632 A1 (TRU CHEMIE CHEM FAB HANS J ZIE) 11 March 1971 (1971-03-11) claims; examples	15-19 1-14,20
X A	US 2009020904 A1 (HENNING TORSTEN [DE] ET AL) 22 January 2009 (2009-01-22) examples 2,3	15-19 1-14,20
X A	EP 0115926 A1 (ALUMINUM CO OF AMERICA [US]) 15 August 1984 (1984-08-15) examples 1,3,5,8,9,14	15-19 1-14,20
X A	US 2018362877 A1 (DEMMLERLING ANNA LENA [DE] ET AL) 20 December 2018 (2018-12-20) paragraph [0037]; example 2	15-19 1-14,20
X A	DE 102011010911 A1 (GKN DRIVELINE INT GMBH [DE]) 16 August 2012 (2012-08-16) claims; example A	15-19 1-14,20

☒ 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

01 July 2024

Date of mailing of the international search report

11 July 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

Péntek, Eric

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066318

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021259853 A1 (TOTAL MARKETING SERVICES [FR]) 30 December 2021 (2021-12-30) cited in the application claims; examples	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/066318

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
US	2004094743	A1	20 May 2004	DE	10049175 A1	25 April 2002
				EP	1320576 A2	25 June 2003
				US	2004094743 A1	20 May 2004
				US	2005143264 A1	30 June 2005
				WO	0224841 A2	28 March 2002

DE	1944632	A1	11 March 1971	NONE		

US	2009020904	A1	22 January 2009	CN	101348744 A	21 January 2009
				DE	102007033430 A1	22 January 2009
				EP	2017328 A2	21 January 2009
				US	2009020904 A1	22 January 2009

EP	0115926	A1	15 August 1984	AU	2361584 A	26 July 1984
				BR	8400247 A	28 August 1984
				CA	1210384 A	26 August 1986
				EP	0115926 A1	15 August 1984

US	2018362877	A1	20 December 2018	CN	108998175 A	14 December 2018
				EP	3412756 A1	12 December 2018
				EP	3412757 A1	12 December 2018
				ES	2925657 T3	19 October 2022
				HU	E059680 T2	28 December 2022
				US	2018362877 A1	20 December 2018

DE	102011010911	A1	16 August 2012	NONE		

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. C10M145/26 C10M173/00 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 C10N

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	US 2004/094743 A1 (WOYDT MATHIAS [DE] ET AL) 20 mai 2004 (2004-05-20) alinéas [0014], [0020], [0025]; revendications; exemples; tableau 1 -----	1 - 20
X	DE 19 44 632 A1 (TRU CHEMIE CHEM FAB HANS J ZIE) 11 mars 1971 (1971-03-11) revendications; exemples -----	15 - 19
A		1 - 14, 20
X	US 2009/020904 A1 (HENNING TORSTEN [DE] ET AL) 22 janvier 2009 (2009-01-22) exemples 2, 3 -----	15 - 19
A		1 - 14, 20
X	EP 0 115 926 A1 (ALUMINUM CO OF AMERICA [US]) 15 août 1984 (1984-08-15) exemples 1, 3, 5, 8, 9, 14 -----	15 - 19
A		1 - 14, 20
	- / - -	

☒

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

1 juillet 2024

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

11/07/2024

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

Péntek, Eric

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2018/362877 A1 (DEMNERLING ANNA LENA [DE] ET AL) 20 décembre 2018 (2018-12-20)	15 - 19
A	alinéa [0037]; exemple 2 -----	1 - 14, 20
X	DE 10 2011 010911 A1 (GKN DRIVELINE INT GMBH [DE]) 16 août 2012 (2012-08-16)	15 - 19
A	revendications; exemple A -----	1 - 14, 20
A	WO 2021/259853 A1 (TOTAL MARKETING SERVICES [FR]) 30 décembre 2021 (2021-12-30) cité dans la demande revendications; exemples -----	1 - 20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/066318

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004094743	A1	20-05-2004	DE 10049175 A1	25-04-2002
			EP 1320576 A2	25-06-2003
			US 2004094743 A1	20-05-2004
			US 2005143264 A1	30-06-2005
			WO 0224841 A2	28-03-2002

DE 1944632	A1	11-03-1971	AUCUN	

US 2009020904	A1	22-01-2009	CN 101348744 A	21-01-2009
			DE 102007033430 A1	22-01-2009
			EP 2017328 A2	21-01-2009
			US 2009020904 A1	22-01-2009

EP 0115926	A1	15-08-1984	AU 2361584 A	26-07-1984
			BR 8400247 A	28-08-1984
			CA 1210384 A	26-08-1986
			EP 0115926 A1	15-08-1984

US 2018362877	A1	20-12-2018	CN 108998175 A	14-12-2018
			EP 3412756 A1	12-12-2018
			EP 3412757 A1	12-12-2018
			ES 2925657 T3	19-10-2022
			HU E059680 T2	28-12-2022
			US 2018362877 A1	20-12-2018

DE 102011010911	A1	16-08-2012	AUCUN	

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
