

Description**Titre : COMPOSE SPIRO COMME ADDITIF DETERGENT DANS DES LUBRIFIANTS DESTINES A DES SYSTEMES DE MOTORISATION****5 Domaine technique**

La présente invention concerne le domaine des compositions lubrifiantes, notamment des compositions lubrifiantes pour la lubrification des systèmes de motorisation, mobiles ou stationnaires, notamment des moteurs essence, Diesel, à gaz (naturel liquéfié, comprimé ou à hydrogène) ou dual fuel, en particulier de véhicules automobiles légers et poids lourds.

- 10 Elle concerne plus particulièrement l'utilisation de composés spiro spécifiques à titre d'additifs détergents dans des compositions lubrifiantes destinées à la lubrification de ces systèmes de motorisation.

De manière avantageuse, l'invention permet d'accéder à un lubrifiant possédant une teneur amoindrie en détergents métalliques classiquement mis en œuvre dans le domaine des

- 15 lubrifiants et, par conséquent, présentant un taux de cendres, notamment de cendres sulfatées, réduit, tout en maintenant de bonnes propriétés de détergence.

Technique antérieure

- Les compositions lubrifiantes, dites encore « les lubrifiants », sont communément mises en œuvre dans les moteurs à des fins principales de réduction des forces de frottement entre les différentes pièces métalliques en mouvement dans les moteurs. Elles sont en outre efficaces pour prévenir une usure prématurée voire un endommagement de ces pièces, et en particulier de leur surface.

- 20 Pour ce faire, une composition lubrifiante est classiquement composée d'une huile de base à laquelle sont généralement associés plusieurs additifs, comme par exemple des additifs modificateurs de frottement, dédiés à stimuler les performances lubrifiantes de l'huile de base, mais aussi à procurer des performances supplémentaires.

- De fait, les lubrifiants destinés à la lubrification des moteurs, par exemple des moteurs Diesel, doivent satisfaire plusieurs exigences. Ils doivent ainsi combiner de bonnes performances anti-usure, anti-corrosion, ainsi que de bonnes propriétés de détergence et de dispersion pour réduire la formation de dépôt.
- 30

En particulier, il est indispensable que les lubrifiants, notamment pour des moteurs à essence, Diesel, à gaz (naturel liquéfié, comprimé ou à hydrogène) ou dual fuel, possèdent de bonnes propriétés de détergence. De fait, la combustion incomplète du carburant produit des suies qui peuvent entraîner des dépôts de boues, ainsi que des dépôts de carbone et de vernis. Dans
5 le cas de carburants gazole ou essence, le soufre résiduel dans le carburant brûle dans la chambre de combustion pour produire des acides dérivés du soufre. Ces acides sont responsables de la corrosion et de l'usure dans le moteur et accélèrent la dégradation de l'huile.

Des additifs détergents sont ainsi ajoutés aux huiles de base pour éviter la formation de
10 dépôts à la surface des pièces métalliques, nocifs pour le moteur, par dissolution des produits secondaires d'oxydation et de combustion, et ainsi augmenter la durée de vie du moteur. Les additifs détergents couramment employés sont des sels métalliques, notamment des sulfonates, phénates, salicylates de métaux alcalins, en particulier de calcium ou magnésium, surbasés ou non.

15

Cependant, ces détergents métalliques sont générateurs de cendres.

Il est connu que les cendres, notamment sulfatées, ainsi que le phosphore et le soufre, peuvent endommager les systèmes de post-traitement des gaz d'échappement qui équipent désormais tous les nouveaux véhicules pour éliminer les émissions nocives telles que les
20 NOx, le CO ou les suies.

Or, les réglementations existantes et proposées sur les émissions environnementales obligent les constructeurs à développer des systèmes de post-traitement des gaz d'échappement de plus en plus efficaces. Les filtres à particules Diesel (FAP ou encore DPF pour « Diesel particulate filter » en terminologie anglo-saxonne), par exemple, qui capturent les particules
25 (PM pour « Particle Matter » en terminologie anglo-saxonne) du flux d'échappement, permettent de réduire les émissions de particules d'échappement des véhicules Diesel avec une efficacité de filtration des suies supérieure à 95 %.

Cependant, lorsque les matières particulaires imbrûlées, principalement dues aux cendres sulfatées (en particulier, à base de calcium, magnésium et zinc), le phosphore et le soufre
30 (« SAPS ») sont captés par le filtre, la perte de charge du DPF augmente car les dépôts métalliques réduisent la porosité du filtre, réduisant sa perméabilité et augmentant la résistance à l'écoulement des gaz d'échappement.

Du fait de ces effets négatifs sur les systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, plusieurs équipementiers ont publié des directives concernant la composition physique et chimique des lubrifiants pour moteurs, y compris des spécifications en termes de « bas taux de cendres » (LOW SAPS).

- 5 En raison de la réglementation toujours plus stricte en matière d'émissions nocives pour l'environnement, l'utilisation des détergents métalliques classiquement mis en œuvre dans les lubrifiants pourrait être encore plus restreinte au cours des prochaines années.

- 10 Malheureusement, une simple diminution de la teneur en détergents métalliques se fait au détriment des propriétés de détergence du lubrifiant et est ainsi préjudiciable à la durée de vie du moteur.

Par conséquent, des recherches se sont orientées vers le développement de nouveaux composés détergents à bas taux de cendres.

- 15 Les demandes WO2018/220007 et WO2018/220009 proposent la mise en œuvre de composés dérivés de l'acide salicylique, produits de la réaction entre l'acide salicylique, un composé de bore et un composé aminé, par exemple de type polyamine, pour formuler des compositions lubrifiantes, combinant de bonnes propriétés anti-corrosion, de résistance à l'usure et de bonnes performances de détergence.

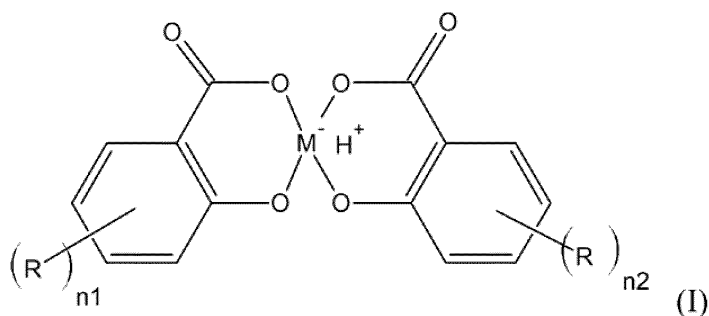
- 20 La demande WO2006/022934 décrit une composition lubrifiante comprenant une huile lubrifiante et un additif détergent/anti-oxydant produit de la réaction entre un composé organique acide et un composé de bore.

Exposé de l'invention

- 25 La présente invention vise à proposer un moyen pour améliorer les propriétés de détergence des lubrifiants, destinés aux systèmes de motorisation mobiles ou stationnaires, en particulier dans des véhicules légers et poids lourds, tout en réduisant la teneur en cendres.

Plus particulièrement, l'invention concerne, selon un premier de ses aspects, l'utilisation, à titre d'additif détergent dans une composition lubrifiante destinée à un système de motorisation, d'au moins un composé spiro de formule (I) suivante :

- 30 [Chem 1]



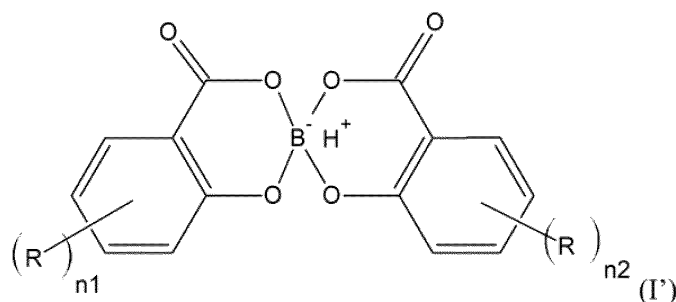
dans laquelle :

M est un atome choisi parmi le bore (B) et l'aluminium (Al), en particulier est un atome de bore ;

5 n1 et n2 valent, indépendamment l'un de l'autre, 0, 1 ou 2 ; et

R représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupement hydrocarboné comprenant de 1 à 50 atomes de carbone, en particulier de 5 à 20 et plus particulièrement de 5 à 15 atomes de carbone.

De préférence, le composé spiro mis en œuvre selon l'invention est de formule (I) précitée,
 10 dans laquelle M est un atome de bore. Autrement dit, selon ce mode de réalisation particulier, le composé spiro est un composé dit « composé spiroboronate », de formule (I') suivante :



dans laquelle n1, n2 et R sont tels que définis précédemment.

Par « additif détergent » au sens de la présente invention, on entend désigner un composé
 15 qui, introduit au niveau d'un lubrifiant, permet d'apporter et/ou accroître ses capacités de détergence et donc de diminuer, d'empêcher, voire de supprimer les dépôts dans le système de motorisation.

On désignera plus simplement, dans la suite du texte, sous l'appellation « composé spiro » selon l'invention, un composé spiro de formule (I) telle que définie ci-dessus, en particulier
 20 un composé spiroboronate de formule (I') telle que définie ci-dessus. Des exemples de

composés spiro considérés selon l'invention sont décrits plus précisément dans la suite du texte.

L'invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, une composition lubrifiante destinée à la lubrification d'un système de motorisation, en particulier d'un véhicule automobile léger ou poids-lourd, comprenant au moins :

- une ou plusieurs huiles de base ; et
- au moins un composé spiro tel que défini précédemment et détaillé dans la suite du texte, en particulier au moins un composé spiroboronate de formule (I').

Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention comprend, outre le ou lesdits composés spiro selon l'invention, un ou plusieurs autres additifs détergents, en particulier choisis parmi les additifs détergents métalliques classiquement utilisés dans le domaine des lubrifiants, notamment à base de calcium ou de magnésium.

Comme illustré dans les exemples qui suivent, les inventeurs ont découvert qu'il est possible, en supplémentant un lubrifiant par un composé spiro tel que défini précédemment, même en une faible teneur, d'accroître de manière significative les propriétés de détergence du lubrifiant.

Les propriétés de détergence du lubrifiant peuvent être appréciées *via* l'évaluation des performances du lubrifiant en termes de stabilité thermique par un test « MCT » (pour « Micro Coking Test » en terminologie anglo-saxonne) selon la norme GFC Lu-27-T-07, comme décrit dans les exemples. Ce test rend compte de la tendance du lubrifiant à former des dépôts/verniss dans des conditions de hautes températures semblables à celles rencontrées dans les parties les plus chaudes du moteur (de 230°C à 280°C).

Par ailleurs, comme illustré en exemple 2, la stabilité thermique du détergent suivant l'essai MCT, potentialisée par l'ajout du composé spiro selon l'invention, demeure élevée même en cas d'exposition prolongée du lubrifiant aux hautes températures.

Ainsi, de manière avantageuse, une composition lubrifiante selon l'invention, supplémentée par un composé spiro tel que défini précédemment, conserve de bonnes capacités de détergence, même après une utilisation prolongée, autrement dit même lorsqu'elle est usagée.

Par « usagée » au sens de l'invention, on entend désigner une composition lubrifiante mise en œuvre au cours d'au moins un intervalle de vidange, c'est-à-dire sur une distance parcourue par le véhicule comprise entre 10 000 et 30 000 km, de préférence entre 15 000 et 30 000 km.

5

D'autre part, le ou lesdits composés spiro, mis en œuvre à titre d'additifs détergents selon l'invention, génèrent peu de cendres comparativement aux détergents métalliques classiques.

Dès lors, la mise en œuvre d'un ou plusieurs composés spiro permet avantageusement d'accroître les capacités de détergence d'une composition lubrifiante, sans impacter négativement la teneur en cendres générées par le lubrifiant.

Également, l'ajout d'un ou plusieurs composés spiro selon l'invention, aptes à accroître de manière significative les capacités de détergence du lubrifiant, permet de réduire la teneur en détergents métalliques classiquement mis en œuvre dans les lubrifiants, par exemple à base de calcium ou de magnésium, et indésirables compte-tenu des cendres qu'ils engendrent, tout en maintenant, voire même en améliorant, la capacité de détergence du lubrifiant, comparativement à un lubrifiant exempt de composé spiro.

De manière avantageuse, il est ainsi possible de réduire les effets néfastes en termes de taux de cendres, notamment sulfatées, liés à l'utilisation des détergents métalliques classiques, sans pour autant impacter les propriétés de détergence du lubrifiant, voire même en améliorant la détergence.

Une composition lubrifiante selon l'invention permet ainsi de combiner d'excellentes propriétés de détergence et un faible taux de cendres, en particulier de cendres sulfatées.

Également, une composition lubrifiante selon l'invention présente 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.

Également, de manière avantageuse, comme illustré dans les exemples, la mise en œuvre d'un composé spiro selon l'invention, en particulier de type spiroboronate, permet en outre d'accroître de manière significative la stabilité à l'oxydation de la composition lubrifiante.

Ainsi, la mise en œuvre d'un composé spiro selon l'invention, en particulier d'un composé spiroboronate selon l'invention, permet d'accéder à un lubrifiant présentant d'excellentes propriétés de détergence, un taux de cendres réduit et d'excellentes propriétés de stabilité à l'oxydation.

5

Par ailleurs, avantageusement, comme illustré dans les exemples qui suivent, les composés spiro selon l'invention, du fait notamment de la configuration tétra-covalente de l'atome de bore ou d'aluminium, ne sont pas hydrolysables.

Autrement dit, les composés spiro selon l'invention, en particulier les composés spiroboronates selon l'invention, présentent une excellente stabilité lorsqu'ils sont mis en contact avec de l'eau (qui serait par exemple issue de la combustion du carburant ou de la condensation). L'absence de décomposition/dégradation des composés spiro en présence d'eau permet notamment de prévenir, lors de la mise en œuvre de la composition lubrifiante selon l'invention, la formation d'acide borique, produit classé CMR (cancérigène, mutagène et reprotoxique).

15

L'invention concerne encore un procédé ou une méthode pour accroître la capacité de détergence d'une composition lubrifiante destinée à un système de motorisation, mobile ou stationnaire, en particulier d'une composition lubrifiante mettant en œuvre une teneur réduite en détergents métalliques, comprenant l'ajout à ladite composition lubrifiante d'au moins un composé spiro selon l'invention.

20

Le procédé ou la méthode selon l'invention permet avantageusement d'accroître la capacité de détergence de ladite composition, tout en maintenant un faible taux de cendres.

Enfin, de manière avantageuse, en réduisant la teneur en détergents métalliques, notamment en détergents à base de calcium, le lubrifiant selon l'invention permet de réduire et/ou prévenir les phénomènes de combustion anormale du carburant, notamment le pré-allumage, en particulier le pré-allumage à basse vitesse (connus sous l'appellation « Low Speed Pre-Ignition » en anglais ou « LSPI ») et/ou le cliquetis dans un moteur lubrifié par un lubrifiant selon l'invention (Kocsis *et al.*, " *The Impact of Lubricant Volatility, Viscosity and Detergent Chemistry on Low Speed Pre-Ignition Behavior*", SAE Int. J. Engines, 10(3):1019-1035, 2017; Ritchie *et al.*, « *Controlling Low-Speed Pre-Ignition in Modern Automotive*

30

Equipment, Part 3: Identification of Key Additive Component Types and Other Lubricant Composition Effects on Low-Speed Pre-Ignition », SAE Int. J. Engines, 9(2) : 832-840, 2016).

5 Ainsi, le composé spiro est avantageusement mis en œuvre selon l'invention à titre d'additif détergent dans une composition lubrifiante, pour prévenir et/ou diminuer la combustion anormale du carburant, en particulier le pré-allumage, notamment le LSPI, et/ou le cliquetis, dans un moteur lubrifié au moyen de ladite composition lubrifiante.

10 Par « combustion anormale », on entend tout phénomène au cours duquel tout ou une partie du mélange carburé est enflammé de façon non contrôlée au sein de la chambre de combustion d'un moteur, en particulier d'un moteur de véhicule, notamment de véhicule automobile. Par combustion anormale selon l'invention, on entend plus particulièrement les phénomènes de pré-allumage, incluant le pré-allumage à basse vitesse (LSPI) ; et le cliquetis, y compris le super-cliquetis ou méga-cliquetis qui peut suivre un événement de pré-allumage.

15 Par « pré-allumage » selon l'invention, on entend inclure le phénomène de vibration basse fréquence produisant un effet sonore de ronflement (ou « Rumble » en anglais). Plus particulièrement, le « pré-allumage » est le pré-allumage à basse vitesse (LSPI).

20 Les lubrifiants considérés selon l'invention, présentant avantageusement d'excellentes propriétés de détergence, un taux en cendres réduit, de bonnes propriétés de « Fuel Eco » et de réduction/prévention des phénomènes de combustion anormale du carburant, notamment du LSPI, peuvent être mis en œuvre pour divers systèmes de motorisation, mobiles ou stationnaires, en particulier pour des systèmes de motorisation comprenant un moteur Diesel, à essence, au gaz ou dual-fuel, en particulier Diesel ou à essence.

25 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, en particulier un moteur à combustion interne. Il peut s'agir d'un système de motorisation à combustion, à gaz, notamment à hydrogène, à ammoniac, électrique ou hybride, suivant la nature du ou des moteurs inclus
30 dans le système de motorisation : moteur à combustion, à gaz, notamment à hydrogène, à ammoniac et/ou électrique.

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

Un système de motorisation mobile correspond ainsi plus particulièrement au système de propulsion d'un véhicule.

Par « système de propulsion » au sens de la présente invention, on entend désigner un système comprenant les pièces mécaniques nécessaires à la propulsion d'un véhicule. Le système de propulsion englobe plus particulièrement un moteur, une transmission et éventuellement une batterie. La batterie est elle-même généralement constituée d'un ensemble d'accumulateurs électriques, appelés cellules.

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 fonctionnant au gaz, en particulier d'un moteur fonctionnant au gaz stationnaire.

Un « moteur Diesel » au sens de l'invention est un moteur à combustion dont le carburant est le gazole.

Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention est mise en œuvre dans un système de propulsion d'un véhicule automobile léger ou d'un poids-lourds, de préférence pour un moteur essence ou Diesel.

Les compositions lubrifiantes selon l'invention sont particulièrement adaptées pour des systèmes de motorisation essence et Diesel, équipés de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, tels que des filtres à particules (DPF).

L'invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, un procédé ou une méthode de lubrification d'un système de motorisation, mobile ou stationnaire, notamment d'un moteur Diesel, à essence, au gaz ou dual-fuel, en particulier dans un véhicule automobile léger ou poids lourd, comprenant une étape de mise en contact d'au moins une pièce mécanique dudit système avec une composition lubrifiante telle que définie ci-dessus.

D'autres caractéristiques, variantes et avantages de la mise en œuvre d'un composé spiro 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.

- 5 Dans la suite du texte, les expressions « compris entre ... et ... », « allant de ... à ... » et « variant de ... à ... » sont équivalentes et entendent signifier que les bornes sont incluses, sauf mention contraire.

Brève description des dessins

- 10 La figure 1 présente un histogramme des résultats de cotation selon le test MCT pour les lubrifiants de référence 1 et 2 et pour les compositions lubrifiantes selon l'invention I1 et I2 supplémentées par un composé spiro selon l'invention, comme décrit en exemples 1 et 2.
- La figure 2 présente la distribution des tailles des particules pour l'émulsion de spiroboronate dans l'eau obtenue après agitation par pale (figure 2a) et après agitation Ultra-Turrax® (figure 2b), comme décrit en exemple 4.
- 15 La figure 3 présente les spectres RMN du spiroboronate pur (figure 3a) et du résidu (figure 3b) obtenu comme décrit en exemple 4.

20 Description détaillée

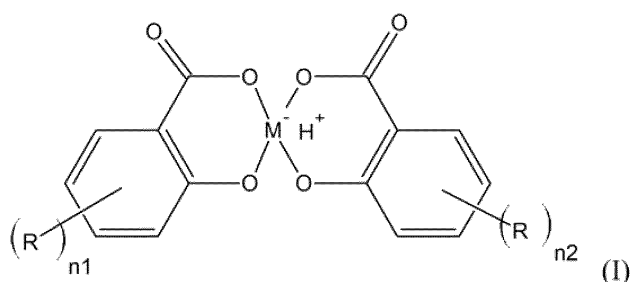
Composé SPIRO

Comme indiqué précédemment, l'invention repose sur la mise en œuvre, dans un lubrifiant pour système de motorisation, d'un ou plusieurs composés spiro spécifiques, à titre d'additif pour améliorer la détergence du lubrifiant.

- 25 Il est entendu que l'invention peut mettre en œuvre un unique composé spiro ou un mélange d'au moins deux composés spiro distincts, notamment trois ou quatre composés spiro distincts, en particulier tels que définis ci-dessous.

Comme mentionné précédemment, le composé spiro considéré selon l'invention est de formule (I) suivante :

- 30 [Chem 2]



dans laquelle :

M est un atome choisi parmi le bore et l'aluminium, en particulier est un atome de bore ;
 n1 et n2 valent, indépendamment l'un de l'autre, 0, 1 ou 2 ; et

- 5 R représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupement hydrocarboné comprenant de 1 à 50 atomes de carbone, en particulier de 5 à 20 et plus particulièrement de 5 à 15 atomes de carbone.

- Les groupements hydrocarbonés considérés selon l'invention peuvent être éventuellement interrompus par un ou plusieurs hétéroatomes, par exemple -O-, -NH-, -N= ou -S-, en particulier -O- ou -NH- ; et/ou éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes -OH, -NH₂ et -SH, en particulier -OH ou -NH₂.

Selon un mode de réalisation particulier, les groupements R sont uniquement composés d'atomes de carbone et d'hydrogène.

- 15 Les groupements hydrocarbonés peuvent être notamment des groupes alkyles, alcényles, aryles ou aralkyles.

- Selon un mode de réalisation particulier, les substituants R représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupement hydrocarboné, de préférence une chaîne aliphatique, linéaire ou ramifiée, comprenant de 3 à 50 atomes de carbone, en particulier de 3 à 30 atomes de carbone, notamment de 5 à 25 atomes de carbone, notamment de 5 à 20 atomes de carbone et plus particulièrement de 8 à 15 atomes de carbone.

- En particulier, les substituants R peuvent représenter, indépendamment l'un de l'autre, une chaîne aliphatique, linéaire ou ramifiée, en particulier une chaîne alkyle, de préférence linéaire, en C₁ à C₅₀ ; en particulier en C₃ à C₃₀, notamment en C₅ à C₂₅, notamment en C₅ à C₂₀ et plus particulièrement en C₈ à C₁₅, par exemple en C₁₀.

Selon un mode de réalisation particulier, n1 et n2 valent 0.

Selon un autre mode de réalisation particulier, n1 et n2 valent 1 ou 2.

Lorsque n1 vaut 2 ou n2 vaut 2, les groupements R, portés par un même cycle, peuvent être identiques ou différents.

5

Selon un mode de réalisation particulier, le composé spiro peut être de formule (I) précitée, dans laquelle n1 et n2 valent 1 ; les substituants R pouvant être identiques ou différents, de préférence identiques.

10 Selon un mode de réalisation particulier, le composé spiro est de formule (I) précitée, dans laquelle :

n1 et n2 valent 1 ; et

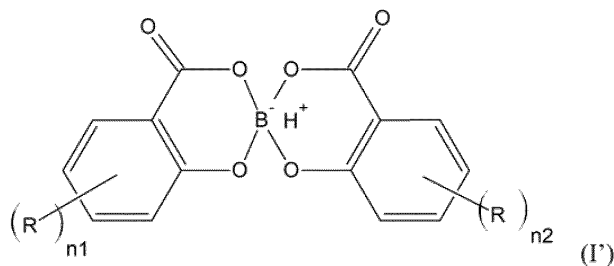
les groupements R, identiques, représentent des groupes alkyles, de préférence linéaires, en C₁ à C₅₀, en particulier en C₃ à C₃₀, notamment en C₅ à C₂₅, notamment en C₅ à C₂₀ et plus particulièrement en C₈ à C₁₅, encore plus préférentiellement en C₁₀.

15

Selon un mode de réalisation particulier, le composé spiro est de formule (I) dans laquelle M est un atome de bore.

Autrement dit, selon ce mode de réalisation particulier, le composé spiro peut être un composé dit spiroboronate, de formule (I') suivante :

20 [Chem 3]

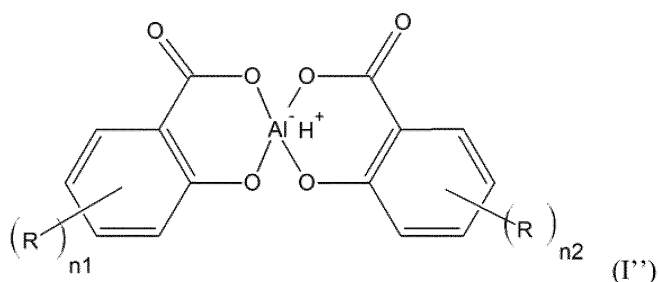


dans laquelle n1 et n2 et R sont tels que définis précédemment.

25 Selon un autre mode de réalisation particulier, le composé spiro est de formule (I) dans laquelle M est un atome d'aluminium.

Autrement dit, selon ce mode de réalisation particulier, le composé spiro peut être un composé dit spiroaluminate, de formule (I'') suivante :

[Chem 4]



dans laquelle n_1 , n_2 et R sont tels que définis précédemment.

L'invention concerne ainsi, selon un autre de ses aspects, un composé spiro de formule (I) précitée, dans laquelle :

- 5 - M est un atome d'aluminium ;
- n_1 et n_2 valent, indépendamment l'un de l'autre, 0, 1 ou 2, au moins l'un des n_1 et n_2 valant 1 ou 2 ; de préférence n_1 et n_2 valent 1 ; et
- les groupements R représentent, indépendamment l'un de l'autre, une chaîne aliphatique, linéaire ou ramifiée, en particulier une chaîne alkyle, de préférence linéaire, comprenant de
- 10 5 à 50 atomes de carbone, en particulier de 6 à 30 atomes de carbone, notamment de 8 à 25 atomes de carbone et plus particulièrement de 10 à 15 atomes de carbone.

Autrement dit, l'invention concerne un composé de type spiroaluminato de formule (I'') précitée, dans laquelle :

- n_1 et n_2 valent, indépendamment l'un de l'autre, 0, 1 ou 2, au moins l'un des n_1 et n_2
- 15 valant 1 ou 2 ; de préférence n_1 et n_2 valent 1 ; et
- les groupements R représentent, indépendamment l'un de l'autre, une chaîne aliphatique, linéaire ou ramifiée, en particulier une chaîne alkyle, de préférence linéaire, comprenant de 5 à 50 atomes de carbone, en particulier de 6 à 30 atomes de carbone, notamment de 8 à 25 atomes de carbone et plus particulièrement de 10 à 15 atomes de carbone.

20

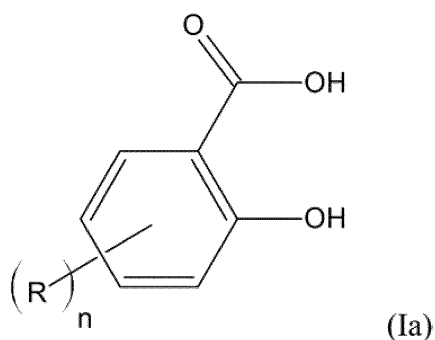
Selon un mode de réalisation particulier, le composé de type spiroaluminato selon l'invention est de formule (I'') dans laquelle :

- n_1 et n_2 valent 1 ; et
- les groupements R, identiques ou différents, de préférence identiques, représentent des
- 25 chaînes alkyles, de préférence linéaires, comprenant de 5 à 50 atomes de carbone, en particulier de 6 à 30 atomes de carbone, notamment de 8 à 25 atomes de carbone et plus particulièrement de 10 à 15 atomes de carbone.

Le composé spiro mis en œuvre selon l'invention peut être préparé à partir d'au moins l'acide salicylique ou un dérivé d'acide salicylique et un composé de bore ou un composé d'aluminium.

- 5 Plus particulièrement, il peut être obtenu par réaction :
- d'au moins un composé choisi parmi l'acide salicylique et ses dérivés, de formule (Ia) suivante :

[Chem 5]



- 10 dans laquelle R est tel que défini précédemment et n est tel que défini précédemment pour n1 et n2 ; et
- d'au moins un composé boré ou d'aluminium, en particulier de l'acide borique ou de l'hydroxyde d'aluminium.

- 15 La préparation du composé spiro mis en œuvre dans la composition lubrifiante selon l'invention ne fait intervenir aucune étape, ultérieure à la réaction de l'acide salicylique ou de l'un de ses dérivés avec ledit composé de bore ou d'aluminium, de réaction avec un composé aminé, comme c'est le cas par exemple dans le cadre de la préparation des composés proposés dans les demandes WO2018/220007 et WO2018/220009.

20

L'acide salicylique et ses dérivés de formule (Ia) précitée peuvent être synthétisés selon des méthodes de synthèse connues de l'homme du métier ou être disponibles commercialement.

Le composé boré (autrement dit, à base de bore) peut être notamment choisi parmi l'acide borique (B(OH)₃), les acides boroniques, les esters boriques et boroniques, l'oxyde de bore et les complexes d'acide borique.

25

En particulier, le composé boré peut être choisi parmi l'acide borique ; l'oxyde de bore ; les complexes d'acide borique ; les borates de trialkyle, en particulier dans lesquels les groupes alkyles comprennent indépendamment les uns des autres de 1 à 4 atomes de carbone ; les acides boroniques présentant un groupement C₁-C₁₂ alkyle; les acides boriques substitués par deux groupements alkyles, en particulier en C₁ à C₁₂ ; les acides boriques substitués par deux groupements aryles, en particulier en C₆ à C₁₂ ; les acides boriques substitués par un ou deux groupements aralkyle, en particulier en C₇ à C₁₂, et des dérivés de ces composés obtenus par substitution d'au moins un groupe alkyle par un ou plusieurs groupe alcoxy.

Les complexes d'acide borique sont notamment des complexes du bore avec une ou plusieurs molécules comprenant une ou plusieurs fonctions alcools.

Selon un mode de réalisation particulier, le composé de bore est l'acide borique.

Le composé d'aluminium (autrement dit, à base d'aluminium) peut être par exemple choisi parmi l'hydroxyde d'aluminium (Al(OH)₃), l'oxyde d'aluminium, le sulfate d'aluminium (Al₂SO₄)₃.

Il appartient à l'homme du métier d'ajuster les conditions de réaction entre le ou lesdits composés (Ia) et le composé de bore ou d'aluminium pour obtenir le composé spiro souhaité. En particulier, la réaction peut être opérée dans un milieu solvant constitué d'un ou plusieurs solvants apolaires et/ou solvants polaires protiques.

Le milieu solvant peut être constitué d'un ou plusieurs solvants choisis parmi le naphta, les solvants polaires protiques, tels que l'eau et les alcools, par exemple le méthanol, l'éthanol, le propanol, le butanol ; et leurs mélanges.

Avantageusement, la réaction entre l'acide salicylique ou l'un de ses dérivés de formule (Ia) précitée et le composé de bore ou d'aluminium pour obtenir le composé spiro souhaité, en particulier la réaction entre l'acide salicylique ou l'un de ses dérivés de formule (Ia) et le composé de bore pour obtenir le composé spiroboronate souhaité, peut être opérée dans un milieu solvant aprotique apolaire, en particulier dans le toluène.

Dans le cadre de l'invention, on entend par :

- « groupement hydrocarboné », un radical saturé ou non, linéaire, ramifié ou cyclique, aromatique ou non, comprenant du carbone et de l'hydrogène ;

- « chaîne aliphatique », un groupe hydrocarboné constitué exclusivement d'atomes de carbone et d'hydrogène, linéaire ou ramifié, saturé ou insaturé, non aromatique. De préférence, une chaîne aliphatique est une chaîne alkyle ;
- « alkyle », un groupe aliphatique saturé, linéaire ou ramifié ; par exemple, un alkyle en C_x à C_z représente une chaîne carbonée saturée de x à z atomes de carbone, linéaire ou ramifiée ;
- « alcényle », un groupe aliphatique mono- ou poly-insaturé, linéaire ou ramifié ;
- « cycloalkyle », un groupe alkyle cyclique, par exemple un cycloalkyle en C_x à C_z représente un groupe carboné cyclique de x à z atomes de carbone, par exemple un cyclopropyle, cyclobutyle, cyclopentyle, cyclohexyle, cycloheptyle ;
- « aryle », un groupe aromatique mono- ou polycyclique, en particulier comprenant entre 6 et 10 atomes de carbones. A titre d'exemple de groupe aryle, on peut citer les groupes phényle ou naphthyle ;
- « aralkyle », un groupe aryle tel que défini précédemment, substitué par au moins un groupe alkyle tel que défini précédemment.

15

Le ou lesdits composés spiro sont avantageusement mis en œuvre en une teneur suffisante pour accéder au niveau requis de capacité de détergence du lubrifiant. De manière avantageuse, même une faible quantité de composé(s) spiro, en particulier inférieure à 2 % massique, notamment inférieure ou égale à 1 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante, permet d'accroître de manière significative la capacité de détergence du lubrifiant.

Bien entendu, la quantité mise en œuvre en composé(s) spiro peut être ajustée en fonction de la nature du lubrifiant, et plus particulièrement compte-tenu de la présence ou non et de la quantité mise en œuvre en autre(s) additif(s) détergent(s), notamment métallique(s), par exemple à base de calcium, présents au niveau du lubrifiant.

D'une manière générale, le ou lesdits composés spiro considérés selon l'invention, en particulier tels que définis précédemment, peuvent être mis en œuvre à raison de 0,1 à 20 % massique, en particulier de 0,2 à 15 % massique, notamment de 0,5 à 10 %, et plus particulièrement de 0,5 à 5,0 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

COMPOSITION LUBRIFIANTE

Une composition lubrifiante telle que considérée selon l'invention comprend plus particulièrement une ou plusieurs huiles de base et, éventuellement, d'autres additifs classiquement considérés dans les compositions lubrifiantes.

- 5 Il est entendu que la nature et la quantité des autres additifs sont adaptées au regard de la destination du lubrifiant, et plus particulièrement au regard du type de système de motorisation auquel il est destiné, par exemple suivant qu'il est destiné à une utilisation pour un moteur de véhicule léger, de poids lourds, moteur Diesel ou essence, etc.

10 **Huile de base**

De manière conventionnelle, une composition lubrifiante comprend une ou plusieurs huiles de base.

Ces huiles de base peuvent être choisies parmi les huiles de base conventionnellement utilisées dans le domaine des huiles lubrifiantes, telles que les huiles minérales, synthétiques

- 15 ou naturelles, animales ou végétales ou leurs mélanges.

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

Les huiles de base des compositions lubrifiantes considérées selon l'invention peuvent être en particulier des huiles d'origines minérales ou synthétiques appartenant aux groupes I à V

20 selon les classes définies dans la classification API (ou leurs équivalents selon la classification ATIEL) et présentées dans le tableau A ci-dessous ou leurs mélanges.

[Tableau 1]

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

Tableau A

Les huiles de base minérales incluent tous types d'huiles de base obtenues par distillation atmosphérique et sous vide du pétrole brut, suivies d'opérations de raffinage telles qu'extraction au solvant, désalphaltage, déparaffinage au solvant, hydrotraitement, hydrocraquage, hydroisomérisation et hydrofinition.

Les huiles de base synthétiques peuvent être des esters d'acides carboxyliques et d'alcools, des polyalphaoléfines ou encore des polyalkylène glycol (PAG) obtenus par polymérisation ou copolymérisation d'oxydes d'alkylène comprenant de 2 à 8 atomes de carbone, en particulier de 2 à 4 atomes de carbone. Les polyalphaoléfines utilisées comme huiles de base sont par exemple obtenues à partir de monomères comprenant 4 à 32 atomes de carbone, par exemple à partir de décène, d'octène ou de dodécène, et dont la viscosité à 100°C est comprise entre 1,5 et 15 mm².s⁻¹ selon la norme ASTM D445. Leur masse moléculaire moyenne est généralement comprise entre 250 et 3000 selon la norme ASTM D5296.

Des mélanges d'huiles synthétiques et minérales, pouvant être biosourcées, peuvent également être employés.

Il n'existe généralement aucune limitation quant à l'emploi d'huiles de base différentes dans la composition lubrifiante, si ce n'est qu'elles doivent avoir des propriétés, notamment de viscosité, d'indice de viscosité, de teneur en soufre ou de résistance à l'oxydation, adaptées à une utilisation pour des systèmes de motorisation, en particulier pour des moteurs de véhicule.

De préférence, une composition lubrifiante considérée selon l'invention comprend au moins une huile de base choisie parmi les huiles de groupe II, III et IV de la classification API, et leurs mélanges.

En particulier, une telle composition lubrifiante peut comprendre au moins une huile de base
5 de groupe III, en particulier un mélange d'au moins deux huiles de base de groupe III.

Les huiles de base convenant à l'invention peuvent présenter une viscosité cinématique mesurée à 40 °C selon la norme ASTM D445 (KV40) allant de 10 à 100 mm²/s, en particulier de 12 à 50 mm²/s, plus particulièrement de 15 à 40 mm²/s.

Les huiles de base convenant à l'invention peuvent présenter une viscosité cinématique
10 mesurée à 100 °C selon la norme ASTM D445 (KV100) allant de 1 à 15 mm²/s, en particulier de 2 à 10 mm²/s, plus particulièrement de 4 à 8 mm²/s.

La ou les huiles de base peuvent être présentes dans une composition lubrifiante selon l'invention en une teneur d'au moins 50 % massique, par rapport à sa masse totale, en
15 particulier d'au moins 60 % massique, plus particulièrement allant de 60 à 99 % massique et de préférence de 70 à 90 % massique.

De préférence, l'huile ou les huiles de groupe III représente(nt) au moins 50 % massique, en particulier au moins 60 % massique, plus particulièrement entre 70 et 100 % massique, par exemple entre 80 et 100 % massique, de la masse totale des huiles de base de la composition.
20

ADDITIFS

Une composition lubrifiante selon l'invention peut comprendre tous types d'additifs adaptés à l'utilisation visée pour le lubrifiant, telle que détaillée dans la suite du texte, par exemple pour une utilisation dans des systèmes de motorisation de véhicules légers ou de poids
25 lourds, notamment des moteurs Diesel.

En particulier, dans le cas où l'on cherche à formuler un lubrifiant présentant une faible teneur en cendres, il est entendu que les additifs sont choisis de manière à ne pas impacter de manière significative le taux de cendres de la composition lubrifiante.

30 Ces additifs peuvent être introduits isolément et/ou sous la forme d'un mélange, ou « paquet d'additifs », à l'image de ceux déjà disponibles à la vente pour les formulations de lubrifiants commerciaux pour moteurs de véhicules, de niveau de performance tels que définis par

l'ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) et/ou l'API (American Petroleum Institute), bien connus de l'homme du métier.

Ces additifs, distincts du ou desdits composés spiro, peuvent être notamment choisis parmi d'autres additifs détergents, distincts du ou desdits composés spiro, en particulier des additifs
5 détergents métalliques, des modificateurs de frottement, des additifs anti-usure, des additifs extrême pression, des antioxydants, des améliorants de l'indice de viscosité (VI), des additifs abaisseurs du point d'écoulement (PPD), des dispersants, des agents anti-mousse, des épaississants, des inhibiteurs de corrosion, et leurs mélanges.

Avantageusement, une composition lubrifiante selon l'invention comprend un ou plusieurs
10 additifs choisis parmi d'autres additifs détergents, distincts du ou desdits composés spiro, en particulier choisis parmi des additifs détergents métalliques, des améliorants de l'indice de viscosité, des additifs abaisseurs du point d'écoulement, des additifs anti-usure, des antioxydants et leurs mélanges.

15 **Autres détergents**

La composition lubrifiante considérée selon l'invention, supplémentée par un ou plusieurs composés spiro selon l'invention, en particulier tels que définis précédemment, peut comprendre un ou plusieurs autres additifs détergents, en particulier un ou plusieurs additifs détergents métalliques.

20 Comme évoqué précédemment, les détergents métalliques sont connus de l'homme du métier pour procurer de hauts niveaux de détergence. Ces composés métalliques présentent toutefois l'inconvénient d'être générateurs de cendres sulfatées.

Il s'agit généralement de composés anioniques comprenant une longue chaîne hydrocarbonée lipophile et une tête hydrophile, le cation associé pouvant être un cation
25 métallique d'un métal alcalin ou alcalinoterreux.

Ils sont généralement choisis parmi les sels de métaux alcalins ou de métaux alcalino-terreux d'acides carboxyliques, notamment les sulfonates, les salicylates, les naphthénates, les phénates, les carboxylates et les mélanges de ceux-ci. Les métaux alcalins et alcalino-terreux sont préférentiellement le calcium, le magnésium, le sodium ou le baryum.

30 Ces sels métalliques comprennent généralement le métal en quantité stœchiométrique ou bien en excès, donc en quantité supérieure à la quantité stœchiométrique. Il s'agit alors d'additifs détergents surbasés ; le métal en excès apportant le caractère surbasé à l'additif

détergent est alors généralement sous la forme d'un sel métallique insoluble dans l'huile de base, par exemple un carbonate, un hydroxyde, un oxalate, un acétate, un glutamate, préférentiellement un carbonate.

- 5 Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention comprend au moins un additif détergent métallique, distinct des composés spiro selon l'invention, en particulier choisi parmi les sels de métaux alcalins ou de métaux alcalino-terreux, surbasés ou non, en particulier parmi les sels de calcium, les sels de magnésium et leurs mélanges.
- 10 Ainsi, selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention, destinée à un système de motorisation, notamment pour un véhicule automobile léger ou poids lourd, comprend au moins :
- une ou plusieurs huiles de base ;
 - au moins un composé spiro selon l'invention ; et
 - 15 - au moins un additif détergent métallique distinct dudit composé spiro, en particulier tel que défini précédemment, notamment choisi parmi les sels de calcium et de magnésium et leurs mélanges.
- En particulier, une composition lubrifiante selon l'invention peut comprendre au moins un additif détergent à base de calcium, tel qu'un sulfonate, un salicylate, un naphtéate, un
- 20 phénate, un carboxylate de calcium ou un mélange de ceux-ci, en particulier un additif détergent à base de calcium surbasé, par exemple par du carbonate de calcium.

- De manière avantageuse, comme indiqué précédemment, de par l'ajout d'un ou plusieurs composés spiro selon l'invention, permettant d'accroître de manière significative la capacité
- 25 de détergence du lubrifiant, la teneur en additifs détergents métalliques tels que définis précédemment, non désirables au regard des cendres qu'ils génèrent, peut être diminuée, tout en conservant de bonnes propriétés de détergence.

- Selon un mode de réalisation particulier, la composition lubrifiante selon l'invention peut comprendre moins de 15 % massique, en particulier moins de 10 % massique et plus
- 30 particulièrement de 0,1 à 10 % massique, en particulier de 0,5 % à 5,0 % massique, d'additif(s) détergent(s) métallique(s) distinct(s) des composés spiro selon l'invention, par rapport à la masse totale de ladite composition.

En particulier, le ou lesdits additifs détergents métalliques peuvent être présents dans la composition lubrifiante de manière à procurer une teneur en élément(s) métallique(s), en particulier en calcium, inférieure ou égale à 6000 ppm, en particulier allant de 100 ppm à 4000 ppm, de préférence de 250 ppm à 3000 ppm.

5

L'abaissement de la teneur en détergents métalliques, tels que les sels de calcium et de magnésium, permet avantageusement de répondre aux spécifications des compositions lubrifiantes « LOW SAPS ».

De manière avantageuse, une composition lubrifiante selon l'invention présente ainsi un taux
10 de cendres sulfatées, déterminé selon la norme ASTM D-874, inférieur ou égal à 2 %
massique, en particulier inférieur ou égal à 1,5 % massique, et plus particulièrement inférieur
ou égal à 1 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention peut
15 comprendre :

- de 60 à 99,8 % massique, de préférence de 70 à 90 % massique, d'une ou plusieurs huiles de base ;
 - de 0,1 à 20 % massique, en particulier de 0,2 à 15 % massique et plus particulièrement de 0,5 à 10 % massique d'au moins un composé spiro selon l'invention, tel que défini
20 précédemment, en particulier au moins un composé spiroboronate selon l'invention ; et
 - de 0,1 à 10 % massique, en particulier de 0,5 à 5 % massique, d'un ou plusieurs additifs détergents métalliques, distincts dudit composé spiro selon l'invention, en particulier tels que définis précédemment, notamment choisis parmi les sels de calcium et de magnésium et leurs mélanges ;
- 25 les teneurs étant exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

Autres additifs

Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut également comprendre un ou
plusieurs autres additifs, distincts du ou desdits composés spiro, choisis parmi les additifs
30 modificateurs de frottement, les additifs anti-usure, les additifs extrême pression, les
antioxydants, les améliorants de l'indice de viscosité, les additifs abaisseurs du point

d'écoulement, les dispersants, les agents anti-mousse, les épaississants, les inhibiteurs de corrosion, et leurs mélanges.

Ainsi, une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut également comprendre
5 au moins un améliorant de l'indice de viscosité (VI). Les améliorants de l'indice de viscosité (VI), en particulier les polymères améliorant l'indice de viscosité, permettent de garantir une bonne tenue à froid et une viscosité minimale à haute température. Comme exemples de polymère améliorant l'indice de viscosité, on peut citer les esters polymères, les homopolymères ou les copolymères, hydrogénés ou non-hydrogénés du styrène, du
10 butadiène et de l'isoprène, les homopolymères ou les copolymères d'oléfine, tel que l'éthylène ou le propylène, les polyacrylates et polyméthacrylates (PMA).

Avantageusement, une composition lubrifiante selon l'invention comprend au moins un améliorant de l'indice de viscosité choisi parmi les polyméthacrylates (PMA) et les polyisoprène-styrène hydrogénés (PISH), linéaires, greffés, en peigne ou en étoile, de
15 préférence en étoile.

En particulier, le ou les additifs améliorant l'indice de viscosité peuvent être présents dans une composition lubrifiante selon l'invention en une teneur allant de 1 à 15 % massique, en particulier de 2 à 10 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante. Selon un mode de réalisation, une composition lubrifiante selon l'invention est exempte
20 d'additif améliorant l'indice de viscosité.

Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre au moins un additif modificateur de frottement.

Les additifs modificateurs de frottement peuvent être choisis parmi des composés apportant
25 des éléments métalliques et des composés exempts de cendres, de préférence parmi des composés exempts de cendres.

Parmi les composés apportant des éléments métalliques, on peut citer les complexes de métaux de transition tels que Mo, Sb, Sn, Fe, Cu, Zn dont les ligands peuvent être des composés hydrocarbonés comprenant des atomes d'oxygène, d'azote, de soufre ou de
30 phosphore.

De manière avantageuse, les additifs modificateurs de frottement sont choisis parmi des composés exempts de cendre, généralement d'origine organique et pouvant être plus

particulièrement choisis parmi les monoesters d'acides gras et de polyols, les amines alcoylées, les amines grasses alcoylées, les époxydes gras, les époxydes gras de borate, les amines grasses ou les esters de glycérol d'acide gras. Selon l'invention, les composés gras comprennent au moins un groupement hydrocarboné comprenant de 10 à 24 atomes de carbone.

Selon une variante avantageuse, une composition lubrifiante comprend au moins un additif modificateur de frottement, en particulier à base de molybdène.

En particulier, les composés à base de molybdène peuvent être choisis parmi les dithiocarbamates de molybdène (Mo-DTC), les dithiophosphates de molybdène (Mo-DTP), et leurs mélanges.

De manière avantageuse, une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre de 0,01 à 5 % massique, de préférence de 0,01 à 5 % massique, plus particulièrement de 0,1 à 2 % massique ou encore plus particulièrement de 0,1 à 1,5 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante, d'additifs modificateurs de frottement.

Une composition lubrifiante selon l'invention peut comprendre au moins un additif anti-usure et/ou extrême-pression.

Les additifs anti-usure et les additifs extrême pression protègent les surfaces en frottement par formation d'un film protecteur adsorbé sur ces surfaces.

Il existe une grande variété d'additifs anti-usure. De manière préférée pour la composition lubrifiante selon l'invention, les additifs anti-usure sont choisis parmi des additifs phospho-soufrés comme les alkylthiophosphates métalliques, en particulier les alkylthiophosphates de zinc, et plus spécifiquement les dialkyldithiophosphates de zinc ou ZnDTP. Les composés préférés sont de formule $Zn((SP(S)(OR^3)(OR^4))_2$, dans laquelle R^3 et R^4 , identiques ou différents, représentent indépendamment un groupement alkyle, préférentiellement un groupement alkyle comportant de 1 à 18 atomes de carbone.

Les phosphates d'amines sont également des additifs anti-usure qui peuvent être employés dans la composition lubrifiante selon l'invention. Toutefois, le phosphore apporté par ces additifs peut agir comme poison des systèmes catalytiques des automobiles car ces additifs sont générateurs de cendres. On peut minimiser ces effets en substituant partiellement les phosphates d'amines par des additifs n'apportant pas de phosphore, tels que, par exemple,

les polysulfures, notamment les oléfines soufrées. De manière avantageuse, le ou les additifs extrême-pression et/ou anti-usure peuvent être présents dans une composition lubrifiante selon l'invention en une teneur allant de 0,01 à 6 % massique, préférentiellement de 0,05 à 4 % massique, plus préférentiellement de 0,1 à 2 % massique par rapport à la masse totale de composition lubrifiante.

Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre au moins un additif antioxydant. Les additifs antioxydants sont pour l'essentiel dédiés à retarder la dégradation de la composition lubrifiante en service. Cette dégradation peut notamment se traduire par la formation de dépôts, par la présence de boues ou par une augmentation de la viscosité de la composition lubrifiante. Ils agissent notamment comme inhibiteurs radicalaires ou destructeurs d'hydroperoxydes.

Parmi les additifs antioxydants couramment employés, on peut citer les additifs antioxydants de type phénolique, les additifs antioxydant de type aminé, les additifs antioxydants phosphosoufrés. Certains de ces additifs antioxydants, par exemple les additifs antioxydants phosphosoufrés, peuvent être générateurs de cendres. Les additifs antioxydants phénoliques peuvent être exempts de cendres ou bien être sous forme de sels métalliques neutres ou basiques. Les additifs antioxydants peuvent notamment être choisis parmi les phénols stériquement encombrés, les esters de phénol stériquement encombrés et les phénols stériquement encombrés comprenant un pont thioéther, les diphenylamines, les diphenylamines substituées par au moins un groupement alkyle en C_1 - C_{12} , les N,N' -dialkyl-aryle-diamines et leurs mélanges.

De préférence, les phénols stériquement encombrés sont choisis parmi les composés comprenant un groupement phénol dont au moins un carbone vicinal du carbone portant la fonction alcool est substitué par au moins un groupement alkyle en C_1 - C_{10} , de préférence un groupement alkyle en C_1 - C_6 , de préférence un groupement alkyle en C_4 , de préférence par le groupement ter-butyle.

Les composés aminés sont une autre classe d'additifs antioxydants pouvant être utilisés, éventuellement en combinaison avec les additifs antioxydants phénoliques. Des exemples de composés aminés sont les amines aromatiques, par exemple les amines aromatiques de formule $NR^5R^6R^7$ dans laquelle R^5 représente un groupement aliphatique ou un groupement aromatique, éventuellement substitué, R^6 représente un groupement aromatique,

éventuellement substitué, R^7 représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle, un groupement aryle ou un groupement de formule $R^8S(O)_zR^9$ dans laquelle R^8 représente un groupement alkylène ou un groupement alkenylène, R^9 représente un groupement alkyle, un groupement alcényle ou un groupement aryle et z représente 0, 1 ou 2.

- 5 Des alkyl phénols sulfurisés ou leurs sels de métaux alcalins et alcalino-terreux peuvent également être utilisés comme additifs antioxydants.

Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut contenir tous types d'additifs antioxydants connus de l'homme du métier. De manière avantageuse, la composition lubrifiante comprend au moins un additif antioxydant exempt de cendres.

- 10 De manière également avantageuse, une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre de 0,1 à 2 % massique, par rapport à la masse totale de la composition, d'au moins un additif antioxydant.

- Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre au moins un additif abaisseur de point d'écoulement (dits encore agents « PPD » pour « Pour Point Depressant » en langue anglaise). En ralentissant la formation de cristaux de paraffine, les additifs abaisseurs de point d'écoulement améliorent généralement le comportement à froid de la composition lubrifiante.
- 15

- Comme exemple d'agents de réduction du point d'écoulement, on peut citer les polyméthacrylates d'alkyle, les polyacrylates, les polyarylamides, les polyalkylphénols, les polyalkylnaphtalènes et les polystyrènes alkylés.
- 20

- Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut également comprendre au moins un agent dispersant. Les agents dispersants assurent le maintien en suspension et l'évacuation des contaminants solides insolubles constitués par les produits secondaires d'oxydation qui se forment lorsque la composition lubrifiante est en service. Ils peuvent être choisis parmi les bases de Mannich, les succinimides et leurs dérivés.
- 25

En particulier, une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre de 0,2 à 10 % massique d'agent(s) dispersant(s), par rapport à la masse totale de la composition.

Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre également au moins additif anti-mousse. Les additifs anti-mousse peuvent être choisis parmi les polymères polaires tels que les polyméthylsiloxanes ou les polyacrylates.

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

Comme mentionné ci-dessus, l'ensemble des additifs détaillés ci-dessus peuvent être introduits sous la forme d'un mélange ou « paquet » d'additifs.

- 10 Selon ce mode de réalisation, le paquet d'additifs peut représenter de 1 % à 30 % massique par rapport à la masse totale de la composition, en particulier de 1 à 20 % massique, notamment de 3 % à 15 % massique et plus particulièrement de 5 à 15 % massique.

- Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention peut
- 15 comprendre, voire être constituée de :

- une huile de base ou un mélange d'huiles de base ;
 - un ou plusieurs composés spiro selon l'invention, en particulier tels que définis précédemment et plus particulièrement d'au moins un composé spiroboronate selon l'invention ; et
- 20 - éventuellement un ou plusieurs additifs, distincts du ou desdits composés spiro, choisis parmi les autres additifs détergents, en particulier les additifs détergents métalliques, les modificateurs de frottement, les additifs anti-usure, les additifs extrême pression, les antioxydants, les améliorants de l'indice de viscosité (VI), les additifs abaisseurs du point d'écoulement (PPD), les dispersants, les agents anti-mousse, les épaississants, les inhibiteurs
- 25 de corrosion, et leurs mélanges.

De préférence, une composition lubrifiante formulée selon l'invention comprend, voire est constituée de :

- de 60 à 98,9 % massique, en particulier de 70 à 90 % massique, d'une ou plusieurs huiles
- 30 de base ;
- de 0,1 à 20 % massique, de préférence de 0,5 à 10 % massique, d'un ou plusieurs composés spiro selon l'invention tels que définis ci-dessus, en particulier d'un ou plusieurs composés

spiroboronate selon l'invention ; et

- de 1 % à 30 % massique, de préférence de 3 % à 20 % massique, d'un ou plusieurs additif(s) choisi(s) parmi les autres additifs détergents, distincts du ou desdits composés spiro, en particulier choisis parmi les additifs détergents métalliques ; les agents anti-usure ; les antioxydants ; les dispersants ; les améliorants d'indice de viscosité et leurs mélanges ; les teneurs étant exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

En particulier, une composition lubrifiante formulée selon l'invention peut comprendre, voire être constitué de :

- de 60 à 99,8 % massique, en particulier de 70 à 90 % massique, d'une ou plusieurs huiles de base ;
- de 0,1 à 20 % massique, de préférence de 0,5 à 10 % massique, d'un ou plusieurs composés spiro selon l'invention tels que définis ci-dessus, en particulier d'un ou plusieurs composés spiroboronate selon l'invention ;
- de 0,1 à 10 % massique, en particulier de 0,5 à 5 % massique, d'un ou plusieurs additifs détergents métalliques distincts du ou desdits composés spiro, en particulier tels que définis précédemment, notamment choisis parmi les sels de calcium et de magnésium et leurs mélanges ; et
- éventuellement de 1 % à 30 % massique, de préférence de 3 % à 20 % massique, d'un ou plusieurs autres additifs choisis parmi les agents anti-usure, les antioxydants, les améliorants d'indice de viscosité et leurs mélanges, les teneurs étant exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

- Selon un mode de réalisation particulier, une composition lubrifiante selon l'invention peut présenter une viscosité cinématique, mesurée à 40°C selon la norme ASTM D445, comprise entre 20 mm²/s et 50 mm²/s, de préférence entre 25 mm²/s et 40 mm²/s.

Avantageusement encore, une composition lubrifiante selon l'invention présente une viscosité cinématique, mesurée à 100°C selon la norme ASTM D445, comprise entre 2 mm²/s et 20 mm²/s, de préférence entre 4 mm²/s et 15 mm²/s.

30

APPLICATION

Comme indiqué précédemment, les compositions lubrifiantes considérées selon l'invention peuvent être destinées à des systèmes de motorisation mobiles ou stationnaires, notamment pour des moteurs à essence, Diesel, au gaz ou dual-fuel.

L'invention concerne ainsi, selon un autre de ses aspects, l'utilisation d'une composition
5 telle que définie précédemment, incorporant un ou plusieurs composés spiro à titre d'additif détergent, pour lubrifier un système de motorisation mobile ou stationnaire.

Les compositions lubrifiantes selon l'invention peuvent être notamment destinés à des systèmes de motorisation incluant un moteur à combustion interne, et plus particulièrement un moteur à carburant gazole ou à essence, de préférence un moteur Diesel.

10 Selon un mode de réalisation particulier, elles sont mises en œuvre pour la lubrification d'un système de motorisation d'un véhicule, plus particulièrement d'un véhicule léger ou poids lourds, par exemple de camions.

En particulier, elles peuvent être adaptées pour la lubrification de systèmes de motorisation essence ou Diesel, équipés de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement,
15 notamment de filtres à particules Diesel (DPF).

L'ensemble des caractéristiques et modes particuliers relatifs au composé spiro de formule (I) et à la composition lubrifiante le comprenant, s'applique également aux utilisations, procédés et méthodes visés selon l'invention.

20

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

Exemple

25

Mesure de la stabilité thermique

Les performances des compositions en termes de stabilité thermique sont évaluées par MCT (pour « Micro Coking Test » en langue anglaise), selon la norme GFC Lu-27-T-07.

L'essai MCT évalue la tendance d'une composition à former des dépôts (ou vernis) sur une
30 surface chaude (cokéfaction). Il rend compte de la stabilité thermique d'une composition en couche mince, soumise à des conditions de température semblables à celles rencontrées dans les parties les plus chaudes du moteur (230 à 280°C). Les dépôts et vernis sont mesurés par un vidéo-cotateur. Le résultat est exprimé sous forme d'une note sur 10, appelée mérite,

selon la méthode CEC M-02-A-78. Plus la valeur de MCT est élevée, meilleure est la stabilité thermique de la composition lubrifiante.

Les conditions d'essai sont les suivantes :

- 600 µl d'huile ;
 - 5 - durée : 90 minutes ;
 - plaque inclinée de 1,5 % ;
 - gradient de température de 230 à 280°C ;
 - vidéo-cotation des vernis de la plaque : note de 0 à 10, meilleur résultat 10.
- 10 En outre, la température à partir de laquelle intervient le dépôt de vernis est également déterminée. Plus cette température est élevée, meilleure est la stabilité thermique de la composition lubrifiante.

Mesure de la stabilité à l'oxydation

- 15 La stabilité à l'oxydation est évaluée par calorimétrie à balayage différentiel de pression, qui détermine le temps d'induction d'oxydation, dit OIT (pour « Oxidation Induction Time » en terminologie anglo-saxonne) pour les compositions lubrifiantes. Il s'agit d'une procédure standard dans l'industrie des huiles lubrifiantes basée sur la norme CEC L-85 T-99.
- Selon ce protocole, la composition lubrifiante à tester est chauffée à une température élevée,
- 20 (dans le cas présent, isotherme à 50°C pendant 5 minutes, puis montée à 210°C à raison de 40°C/min, l'oxydation se faisant à 210°C), et le moment où le lubrifiant commence à se décomposer est mesuré. Plus la durée du test, exprimée en minutes, est longue, meilleure est la stabilité à l'oxydation du lubrifiant.

25 Exemple 1

Evaluation des propriétés de détergence liées à l'ajout du spiroboronate

- L'effet de l'ajout d'un composé spiroboronate a été évalué sur deux lubrifiants, notés référence 1 et référence 2, destinés aux poids lourds, dont la composition est détaillée dans le tableau suivant. Les lubrifiants sont formulés par simple mélange à 60°C des différents
- 30 composants.
- [Tableau 2]

	Référence 1	Référence 2
Huile de base 1 ⁽¹⁾ [%]	65,2	62,7
Huile de base 2 ⁽²⁾ [%]	20	20
Paquet d'additifs 1 ⁽³⁾ [%]	8	-
Paquet d'additifs 2 ⁽⁴⁾ [%]	-	12,5
Polymère PISH [%]	6,8	4,8

⁽¹⁾ Huile de base de groupe III (KV100 = 6,3-6,7 mm²/s, KV40 = 37 mm²/s, VI supérieur à 125) disponible commercialement par exemple auprès de la société SK Lubricantes sous le nom commercial « Yubase® 6 ».

⁽²⁾ Huile de base de groupe III (KV100 = 4,2 mm²/s, KV40 = 19,1 mm²/s, VI de 126) disponible commercialement par exemple auprès de la société SK Lubricantes sous le nom commercial « Yubase® 4 ».

⁽³⁾ Paquet d'additifs usuels dans le domaine des lubrifiants et disponible commercialement. Il comprend des agents anti-usure de type dithiophosphate de zinc, des détergents à base de calcium et des dispersants de type PIBSI.

⁽⁴⁾ Paquet d'additifs usuels dans le domaine des lubrifiants et disponible commercialement. Il comprend des agents anti-usure de type dithiophosphate de zinc, des détergents à base de calcium et des dispersants de type PIBSI.

Deux compositions lubrifiantes conformes à l'invention, notées I1 et I2, sont préparées en supplémentant respectivement les lubrifiants de référence 1 et 2 par un composé
 5 spiroboronate conforme à l'invention (composé spiro de formule (I) dans laquelle M est un atome de bore, R représentent chacun un groupe décyle et n₁ et n₂ valent 1), à raison de 1 % massique par rapport au lubrifiant de référence.

Les propriétés en termes de stabilité thermique des lubrifiants de référence 1 et 2 et des
 10 compositions lubrifiantes I1 et I2 selon l'invention, incorporant un composé spiroboronate selon l'invention, sont évaluées selon le protocole de MCT décrit ci-dessus.

Les résultats de cotation (MCT à 90 min) sont rassemblés dans le tableau suivant et sont présentés sur l'histogramme de la figure 1. Les valeurs de température à partir de laquelle intervient la formation des dépôts (T_{Dépôt}) sont également rassemblées dans le tableau
 15 suivant.

[Tableau 3]

	Référence 1	Référence 2	I1 (réf 1 + 1% spiroboronate)	I2 (réf 2 + 1 % spiroboronate)
MCT à 90 min ^(*)	4,4	8	8,8	9,4
T _{Dépôt} (°C)	235	249	264	272

(*) Les valeurs sont exprimées avec un écart-type de ± 1 %

Les compositions selon l'invention, supplémentées avec un composé spiroboronate selon l'invention, présentent une excellente cotation, supérieure à celles obtenues avec les lubrifiants de référence, ce qui témoigne d'une stabilité thermique significativement accrue dans des conditions de hautes températures (de 230°C à 280 °C).

Ces résultats sont confirmés par des températures de formation des dépôts pour les compositions selon l'invention bien supérieures à celles obtenues avec les lubrifiants de référence.

Ainsi, l'ajout d'un composé spiroboronate selon l'invention permet d'accroître significativement la stabilité thermique du lubrifiant. Les lubrifiants formeront ainsi moins de dépôt/vernis dans les conditions de mise en œuvre au niveau du système de motorisation des véhicules, et présentent ainsi des propriétés de détergence améliorées.

Exemple 2

Maintien des propriétés de détergence au cours du vieillissement du lubrifiant

Les lubrifiants de référence et les compositions lubrifiantes selon l'invention, telles que préparées en exemple 1, sont évaluées suivant le test MCT modifié pour soumettre les couches de lubrifiant à haute température (de 230 à 280 °C) pendant une durée trois fois plus longue (3 fois 90 minutes). De telles conditions permettent de simuler un vieillissement du lubrifiant.

Les résultats de cotation, dans les différentes conditions du test MCT, sont rassemblés dans le tableau suivant, et sont présentés sur l'histogramme de la figure 1. Les valeurs de température à partir de laquelle intervient la formation des dépôts (T_{Dépôt}) sont également rassemblées dans le tableau suivant.

[Tableau 4]

	Référence 1	Référence 2	I1 (réf 1 + 1% spiroboronate)	I2 (réf 2 + 1 % spiroboronate)
MCT à 3 fois 90 min ^(*)	ND	3,3	5,7	6,1
T _{Dépôt} (°C)	ND	235	249	243

(*) Les valeurs sont exprimées avec un écart-type de ± 1 %

Ces résultats montrent que les lubrifiants supplémentés par un spiroboronate conservent une stabilité thermique améliorée, même pour une durée d'exposition aux conditions de hautes températures trois fois plus longue.

Ces résultats sont confirmés par des températures à partir desquelles intervient la formation des dépôts pour les compositions selon l'invention bien supérieures à celles obtenues avec les lubrifiants de référence.

Ainsi, les lubrifiants selon l'invention conservent d'excellentes propriétés de détergence même après un usage répété du lubrifiant.

Exemple 3

Evaluation des propriétés de stabilité à l'oxydation des lubrifiants

L'effet de l'ajout d'un composé spiroboronate sur les propriétés de stabilité à l'oxydation a été évalué sur deux lubrifiants, notés CC3 et CC4, dont la composition est détaillée dans le tableau 5 suivant.

Deux compositions lubrifiantes conformes à l'invention, notés I3 et I4, sont préparées sur la base des lubrifiants comparatifs CC3 et CC4, dans lesquels 2% massique d'huile de base sont remplacés par 2% massique en composé spiroboronate selon l'invention.

Les lubrifiants sont formulés par simple mélange à 60°C des différents composants.

[Tableau 5]

	CC3	I3	CC4	I4
Huile de base 1 ⁽¹⁾ [%]	59,6	57,6	-	
Huile de base 2 ⁽²⁾ [%]	20	20	-	
Huile de base 3 ⁽³⁾ [%]			79,2	77,2
Paquet d'additifs ⁽⁴⁾ [%]	13,2	13,2	13,2	13,2
Polymère OCP [%]	7,2	7,2	7,6	7,6
Composé spiroboronate ⁽⁵⁾ [%]	0	2	-	2

⁽¹⁾ Huile de base de groupe III (KV100 = 6,3-6,7 mm²/s, KV40 = 37 mm²/s, VI supérieur à 125) disponible commercialement par exemple auprès de la société SK Lubricantes sous le nom commercial « Yubase[®] 6 » ;

⁽²⁾ Huile de base de groupe III (KV100 = 4,2 mm²/s, KV40 = 19,1 mm²/s, VI de 126) disponible commercialement par exemple auprès de la société SK Lubricantes sous le nom commercial « Yubase[®] 4 » ;

⁽³⁾ Huile de base de groupe I (KV100 = 5,0-5,5 mm²/s, KV40 = 30,0-31,54 mm²/s, VI de 90-92) disponible commercialement par exemple auprès de la société DANA sous le nom commercial « SN 150 » ;

⁽⁴⁾ Mélange de différents additifs usuels dans le domaine des lubrifiants et disponible commercialement. Il comprend un additif détergent à base de calcium surbasé, et ne comprend pas d'additif anti-usure de type dithiophosphate de zinc ;

⁽⁵⁾ Composé spiro de formule (I), dans laquelle M est un atome de bore, R représentent chacun un groupe décyle et n₁ et n₂ valent 1.

Les propriétés de stabilité à l'oxydation sont évaluées selon le protocole basé sur la norme CEC L-85 T-99, décrit ci-dessus.

Les résultats de temps d'induction d'oxydation (OIT) sont rassemblés dans le tableau suivant.

[Tableau 6]

Lubrifiant	CC3	I3	CC4	I4
Temps d'induction d'oxydation (en min)	73	213	118	>250

Ces résultats montrent que l'ajout d'un composé spiroboronate selon l'invention permet d'améliorer de manière significative la stabilité à l'oxydation du lubrifiant.

Test de propreté de moteurs

Enfin, les lubrifiants CC3 et I3 ont été évalués au moyen de l'essai moteur TDI3 selon la méthode CEC L-117-20 qui mesure en particulier la propreté des pistons.

- 5 Les résultats sont rassemblés dans le tableau 6 suivant.

[Tableau 7]

Lubrifiant	CC3	I3
TDI CEC L-117-20	52	58

On constate que la composition lubrifiante selon l'invention permet également d'améliorer la propreté moteur.

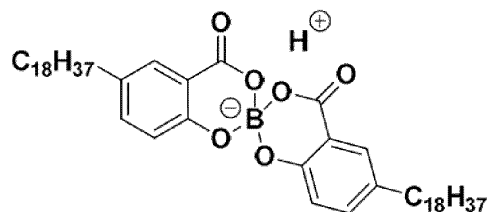
10

Exemple 4**Evaluation de la stabilité du composé spiroboronate en présence d'eau**

La stabilité à l'eau d'un composé spiroboronate conforme à l'invention a été évaluée comme décrit ci-dessous.

15

Le composé spiroboronate testé est un composé spiro de formule (I) dans laquelle M est un atome de bore, R représentent chacun une chaîne octadécyle (C18) et n_1 et n_2 valent 1, autrement dit est de formule suivante :



20

Le composé spiroboronate a été préparé à partir du dérivé d'acide salicylique (acide 2-hydroxy-5-octadécylbenzoïque) préalablement synthétisé et de l'acide borique.

Dans un ballon tricol de 250 mL muni d'un appareil de Dean-Stark pour éliminer l'eau et d'un agitateur mécanique sous azote, ont été introduits l'acide 2-hydroxy-5-octadécylbenzoïque (8,9 g, 22,8 mmol, 2 équiv) et l'acide borique (0,70 g, 11,4 mmol, 1,0 équiv) dans du toluène (65 mL). Le mélange a été chauffé à reflux jusqu'à la fin de la réaction, et le composé spiroboronate récupéré.

25

Le composé spiroboronate a été dispersé à 5% massique dans de l'eau. L'émulsion a été soumise à une agitation vigoureuse par pale, suivie d'une plus forte agitation à l'aide d'un agitateur Ultra-Turrax®.

- 5 Les émulsions obtenues après chaque agitation sont stables. Elles sont analysées par granulométrie laser à l'aide d'un granulomètre Malvern Mastersizer 2000.

La figure 2 présente la distribution des tailles des particules pour l'émulsion obtenue après agitation par pale (figure 2a) et après agitation Ultra-Turrax® (figure 2b).

- 10 L'émulsion du spiroboronate dans l'eau a ensuite été passée à l'évaporateur rotatif sous vide, afin d'évaporer l'eau. Le résidu à l'issue de l'évaporation de l'eau a été récupéré et analysé par RMN1H.

Le spectre RMN du résidu est comparé à celui du composé spiroboronate pur.

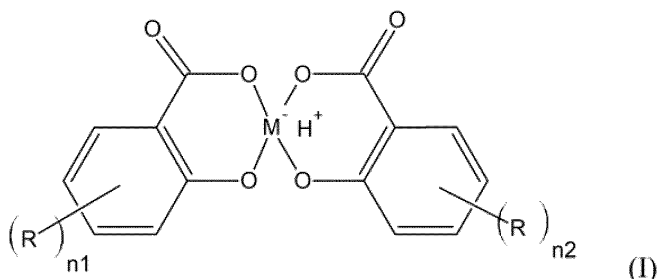
La figure 3 présente les spectres RMN du spiroboronate pur (figure 3a) et du résidu obtenu

- 15 comme décrit précédemment (figure 3b).

La comparaison des deux spectres montre que le résidu obtenu correspond au spiroboronate de départ. Ainsi, le composé spiroboronate n'a pas subi d'hydrolyse en présence de l'eau.

Revendications

1. Utilisation, à titre d'additif détergent dans une composition lubrifiante destinée à un système de motorisation, d'au moins un composé spiro de formule (I) suivante



5 dans laquelle

M est un atome choisi parmi le bore et l'aluminium ;

n1 et n2 valent, indépendamment l'un de l'autre, 0, 1 ou 2 ; et

R représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupement hydrocarboné comprenant de 1 à 50 atomes de carbone, notamment de 5 à 20 atomes de carbone et plus particulièrement de 5 à 15 atomes de carbone.

2. Utilisation selon la revendication précédente, ledit composé spiro étant de formule (I) dans laquelle les substituants R représentent, indépendamment l'un de l'autre, une chaîne aliphatique, linéaire ou ramifiée, en particulier une chaîne alkyle, de préférence linéaire, en C₁ à C₅₀ ; en particulier en C₃ à C₃₀, notamment en C₅ à C₂₅, notamment en C₅ à C₂₀ et plus particulièrement en C₈ à C₁₅, plus préférentiellement en C₁₀.

3. Utilisation selon la revendication 1 ou 2, ledit composé spiro étant de formule (I) dans laquelle n1 et n2 valent 1, les groupements R étant identiques.

4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit composé spiro étant de formule (I) dans laquelle M est un atome de bore.

5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, le ou lesdits composés spiro étant mis en œuvre en une teneur comprise entre 0,1 et 20 % massique par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante, de préférence comprise entre 0,2 et 15 % massique, de préférence encore entre 0,5 et 10 % massique, et plus préférentiellement entre 0,5 et 5,0 % massique.

6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite composition lubrifiante comprenant au moins un additif détergent métallique, distinct du composé spiro de formule (I), choisi parmi les sels de métaux alcalins ou de métaux alcalino-terreux,

surbasés ou non, en particulier parmi les sels de calcium, les sels de magnésium et leurs mélanges.

7. Utilisation selon la revendication précédente, le ou lesdits additifs détergents métalliques étant présents en une teneur inférieure ou égale à 15 % massique, en particulier inférieure ou égale à 10 % massique et plus particulièrement comprise entre 0,5 % et 5,0 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition.

8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite composition comprenant une ou plusieurs huiles de base en une teneur d'au moins 50 % massique, par rapport à sa masse totale, en particulier d'au moins 60 % massique, plus particulièrement allant de 60 à 99 % massique et de préférence de 70 à 90 % massique.

9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite composition comprenant un ou plusieurs autres additifs, distincts du ou desdits composés spiro, choisi(s) parmi les additifs modificateurs de frottement, les additifs anti-usure, les additifs extrême pression, les antioxydants, les améliorants de l'indice de viscosité, les additifs abaisseurs du point d'écoulement, les dispersants, les agents anti-mousse, les épaississants, les inhibiteurs de corrosion, et leurs mélanges.

10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite composition lubrifiante étant un lubrifiant pour un système de motorisation, mobile ou stationnaire, comprenant un moteur Diesel, à essence, au gaz ou dual-fuel, en particulier dans un véhicule automobile léger ou poids lourd.

11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour prévenir et/ou diminuer la combustion anormale du carburant, en particulier le pré-allumage, notamment le LSPI, et/ou le cliquetis, dans un système de motorisation lubrifié à l'aide de ladite composition lubrifiante.

12. Composition lubrifiante destinée à la lubrification d'un système de motorisation, comprenant au moins :

- une ou plusieurs huiles de base ;
- au moins un composé spiro tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 5,
- éventuellement un ou plusieurs additifs, distincts du ou desdits composés spiro, choisis parmi les autres additifs détergents, en particulier les additifs détergents métalliques, les modificateurs de frottement, les additifs anti-usure, les additifs extrême pression, les antioxydants, les améliorants de l'indice de viscosité (VI), les additifs abaisseurs du point

d'écoulement (PPD), les dispersants, les agents anti-mousse, les épaississants, les inhibiteurs de corrosion, et leurs mélange.

13. Composition lubrifiante selon la revendication précédente, ladite composition comprenant au moins un additif détergent métallique distinct du composé spiro de formule
- 5 (I), en particulier choisi parmi les sels de calcium et de magnésium et leurs mélanges ; en particulier en une teneur inférieure ou égale à 15 % massique, notamment inférieure ou égale à 10 % massique et plus particulièrement comprise entre 0,5 % et 5,0 % massique, par rapport à la masse totale de ladite composition.
14. Procédé de lubrification d'un système de motorisation, comprenant une étape de mise
- 10 en contact d'au moins une pièce mécanique dudit système avec une composition lubrifiante telle que définie selon la revendication 12 ou 13, ledit système de motorisation comprenant en particulier un moteur Diesel, à essence, au gaz ou dual-fuel, plus particulièrement dans un véhicule automobile léger ou poids lourd.