



(11) **EP 2 977 433 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
27.01.2016 Bulletin 2016/04

(51) Int Cl.:
C10L 1/185^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14178407.4**

(22) Date de dépôt: **24.07.2014**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME

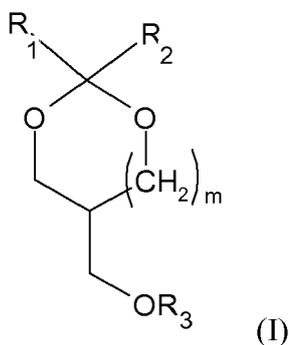
(72) Inventeur: **La désignation de l'inventeur n'a pas encore été déposée**

(74) Mandataire: **Benvenuti, Federica et al
Solvay S.A.
Département de la Propriété Intellectuelle
Rue de Ransbeek, 310
1120 Bruxelles (BE)**

(71) Demandeur: **Rhodia Opérations
75009 Paris (FR)**

(54) **Dérivés acétals cycliques à titre d'additifs anti-suies pour un carburant d'aviation**

(57) La présente invention concerne l'utilisation d'un composé de formule (1) :



C₂₋₂₀-alcényne, linéaires ou ramifiés, un groupe aryle en particulier un phényle ; R₃ représente un atome d'hydrogène, ou un groupe A-R₄, dans lequel A représente une liaison covalente, un groupe -C(O)- ou un groupe -C(O)-O- ; et R₄ représente un groupe C₁₋₂₀-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ; et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 3 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène ; à titre d'additif anti-suies pour un carburant d'aviation.

L'invention concerne également une composition de carburant d'aviation comprenant au moins un composé de formule (I).

dans laquelle m vaut 0 ou 1 ; R₁ et R₂ représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi un atome d'hydrogène, un groupe C₁₋₂₀-alkyle ou

Description

[0001] La présente invention a pour objet l'utilisation de nouveaux composés polyoxygénés, plus précisément de dérivés acétals cycliques, à titre d'additifs anti-suies pour des carburants d'aviation, en particulier des carburants destinés à des moteurs d'avions à turbine, plus connus sous l'appellation « jet-fuels » en langue anglaise.

[0002] L'amélioration de la qualité de l'air est aujourd'hui une préoccupation majeure de tous les pays industrialisés. Parmi les polluants référencés, l'émission, lors de la combustion de carburant, de particules carbonées, plus communément appelées « suies », demeure un problème majeur pour l'environnement et la santé.

[0003] D'une manière générale, la formation des suies est liée à un déficit local en oxygène au cours de la combustion du carburant. Les mécanismes conduisant à la formation de ces particules de suies sont encore mal connus. Ils font intervenir des réactions complexes de nucléation, croissance de surface des particules et coagulation. Plus précisément, les macromolécules formées par pyrolyse ou oxydation des hydrocarbures se condensent pour donner des noyaux de carbone de diamètre inférieur à 2 nm. Sur ce noyau, sont alors adsorbées des particules issues de la phase gazeuse, tels que des composés aromatiques polycycliques ou des dioxines. Enfin, l'agglomération de ces noyaux carbonés primaires forme un ensemble de particules de taille comprise entre 10 et 300 nm en sortie d'échappement.

[0004] Des études ont montré que les particules de suies sont l'une des causes de la dégradation de la qualité de l'air, et qu'elles participent au phénomène de réchauffement climatique. Il a également été avancé que les particules de suies sont néfastes pour la santé, et plus particulièrement qu'elles seraient cancérigènes pour l'homme.

[0005] Pour ces raisons de santé et d'environnement, la limitation des émissions de suies demeure un enjeu important.

[0006] Actuellement, dans le domaine des véhicules à moteurs Diesel, le recours à des filtres à particules permet de réduire les émissions de particules de suies en sortie du pot d'échappement et d'atteindre les normes réglementaires et de santé en vigueur. Différentes technologies de filtres, dits à régénération, ont ainsi été développées pour collecter les particules de suies, et éliminer les suies ainsi piégées afin de régénérer la perte de charge des filtres.

[0007] Pour des raisons évidentes, il est préférable de développer des moyens permettant, non pas de collecter et d'éliminer les suies, mais de réduire, voire d'empêcher leur formation.

[0008] A cet effet, de nombreux travaux de recherche ont été menés dans le domaine automobile, en particulier pour des carburants Diesel, et proposent de réduire la formation des suies *via* l'ajout d'additifs polyoxygénés.

[0009] Par exemple, diverses études ([1], [2]) analysent l'influence de la mise en oeuvre dans des carburants automobiles diesel, du diméthyle carbonate (DMC) ou diéthyle carbonate (DEC) sur la libération des fumées, du monoxyde de carbone ou encore des oxydes d'azote.

[0010] Egalement, Guo *et al.* proposent l'ajout, dans des carburants diesel, du di(2-éthoxyéthyl)carbonate ([3], [4]) ou du méthyl 2-éthoxyéthyl carbonate [5], pour réduire la formation des particules de fumée.

[0011] Il a également été proposé pour réduire la formation de suies et de fumées émises par les moteurs Diesel, divers composés de type (poly)éthers, tels que des composés alkyl éther d'alkylène glycol (US 3, 594,136), polyoxaalcanes (US 2010/0005707), polyoxyméthylène di(alkyl polyglycol) éthers (US 2011/0131871) ou encore dialkyl éthers de glycols (GB 1,246,853).

[0012] En revanche, peu d'études ont trait au domaine des carburants d'aviation. Or, le problème d'émission des suies se rencontre également dans le domaine des carburants utilisés dans l'aéronautique, principalement lors du décollage des avions (poussée maximale).

[0013] Par « carburant d'aviation », on entend un carburant destiné à un usage dans un aéronef, en particulier un avion, et satisfaisant aux spécifications internationales établies pour les carburants d'aviation telles qu'évoquées dans la suite du texte.

[0014] Les carburants d'aviation, en particulier les carburants destinés au fonctionnement des moteurs d'avions à turbine (turboréacteur, turbopropulseur), communément appelés « carburéacteurs », et plus connus sous les appellations en langue anglaise « jet-fuels » ou « Aviation Turbine Fuels » (ATF), sont des mélanges à base de kérosène, seul ou en mélange avec une essence, distincts des carburants Diesel utilisés dans le domaine automobile. Ils doivent satisfaire à des spécifications très strictes en raison de leurs contraintes particulières d'utilisation. Notamment, la performance du carburant dans des conditions de très basses températures est l'une des préoccupations majeures dans le domaine des jet-fuels, en particulier pour réduire le risque de colmatage lié à la précipitation de composés à basse température.

[0015] La présente invention vise précisément à fournir de nouveaux additifs, appropriés pour une mise en oeuvre dans des carburants d'aviation, et permettant de réduire la formation des suies.

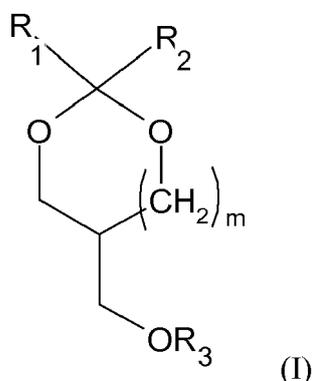
[0016] Comme évoqué précédemment, de tels additifs doivent répondre aux exigences strictes rencontrées dans le domaine des carburants d'aviation. Ainsi, en plus d'être solubles dans la formulation de carburant, il est impératif que ces additifs n'induisent pas une élévation du point de fusion de la formulation de carburant dans laquelle ils sont mis en oeuvre, ce qui, pour des raisons évidentes, pourrait avoir des conséquences dramatiques. Les carburants d'aviation doivent ainsi conserver un point de fusion très bas pour supporter des conditions de température extrêmes aux altitudes élevées.

EP 2 977 433 A1

[0017] En outre, il est préférable que ces additifs n'abaissent pas le pouvoir calorifique des carburants.

[0018] Enfin, il importe que ces additifs, lors de la combustion du carburant d'aviation n'entraînent pas la formation de dérivés toxiques ou polluants annexes et, dans le cas de carburants d'aviation pour moteurs à turbine, n'induisent pas la formation de couches polymériques ou métalliques à la surface de la turbine.

[0019] Selon un premier de ses aspects, l'invention a ainsi pour objet l'utilisation d'un composé de formule (I) :



dans laquelle :

- m vaut 0 ou 1 ;
- R₁ et R₂ représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi un atome d'hydrogène ; un groupe C₁₋₂₀-alkyle ou C₂₋₂₀-alcényle, en particulier C₁₋₂₀-alkyle, linéaires ou ramifiés ; un groupe aryle ayant de 5 à 10 atomes de carbone, en particulier un phényle ;
- R₃ représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène, et
- un groupe -A-R₄, dans lequel :

A représente une liaison covalente, un groupe -C(O)- ou un groupe -C(O)-O- ; et

[0020] R₄ représente un groupe C₁₋₂₀-alkyle, en particulier C₁₋₁₂-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ; et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 3 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, lesdits groupes hétérocycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₆-alkyle et/ou oxo ; à titre d'additif anti-suies pour un carburant d'aviation.

[0021] Par « additif anti-suies », on entend un composé qui, mis en oeuvre dans un carburant, en particulier un carburant d'aviation, permet de réduire la formation de suies lors de la combustion du carburant.

[0022] Certes, des composés de type carbonates d'acétals de glycéril ont déjà été proposés dans le document EP 1 321 503 comme additifs pour réduire l'émission de polluants dans des carburants pour moteur Diesel.

[0023] Toutefois, à la connaissance des inventeurs, il n'a jamais été proposé de mettre en oeuvre ces composés polyoxygénés pour réduire la formation des suies dans un carburant d'aviation.

[0024] De manière inattendue, les inventeurs ont découvert que ces dérivés acétals cycliques s'avèrent efficaces à titre d'additifs anti-suies dans une formulation de carburant d'aviation, en particulier de jet-fuel, voire même présentent une performance en termes de réduction des suies améliorée comparativement à leur efficacité dans un carburant Diesel.

[0025] L'invention a également pour objet, selon un autre de ses aspects, une composition de carburant d'aviation, en particulier de carburant pour moteurs d'avion à turbine (« jet fuel »), comprenant au moins un composé de formule (I) conforme à l'invention.

[0026] Dans le cadre de l'invention, on entend par :

- C_{t-z} où t et z peuvent prendre les valeurs de 1 à 20, une chaîne carbonée pouvant avoir de t à z atomes de carbone, par exemple C₁₋₃ une chaîne carbonée qui peut avoir de 1 à 3 atomes de carbone ;
- alkyle, un groupe aliphatique saturée, linéaire ou ramifié ; par exemple un groupe C₁₋₆-alkyle représente une chaîne carbonée de 1 à 6 atomes de carbone, linéaire ou ramifiée, plus particulièrement un méthyle, éthyle, propyle, isopropyle, butyle, isobutyle, tert-butyle, pentyle, hexyle ;

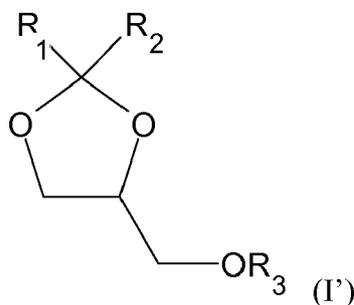
EP 2 977 433 A1

- alkylène, un groupe alkyle divalent, linéaire ou ramifié ; par exemple un groupe C₁₋₃-alkylène représente une chaîne carbonée divalente de 1 à 3 atomes de carbone, linéaire ou ramifiée, par exemple un méthylène, éthylène, 1-méthyléthylène, propylène ;
- alcényle, un groupe aliphatique, linéaire ou ramifié, comportant au moins une insaturation ; par exemple un groupe C₂₋₄-alcényle représente une chaîne carbonée, linéaire ou ramifiée, comprenant de 2 à 4 atomes de carbone et comportant 1 ou 2 insaturations.
- hétérocycloalkyle, un groupe alkyle cyclique de 3 à 6 chaînons contenant de 1 à 3 atomes d'oxygène. A titre d'exemple de groupe hétérocycle à 5 chaînons, on peut citer un groupe dioxolane, en particulier le 1,3-dioxolane.
- aryle, un groupe aromatique monocyclique ou bicyclique contenant de 5 à 10 atomes de carbone. De préférence, le groupe aryle est le phényle.

[0027] Au sens de la présente invention, il est à noter que les termes « allant de ... à ... » et « compris entre ... et ... » signifient que les bornes sont incluses, sauf mention contraire.

[0028] Sauf indication contraire, l'expression « comportant/comprenant un(e) » doit être comprise comme « comportant/comprenant au moins un(e) ».

[0029] Parmi les composés de formule générale (I), un sous-groupe de composés est constitué des composés pour lesquels m vaut 0, autrement dit des composés de formule (I') suivante :



dans laquelle R₁, R₂ et R₃ sont tels que définis précédemment.

[0030] Selon un mode de réalisation particulier, R₁ et R₂, dans la formule (I) ou (I') précitée, représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi un atome d'hydrogène ; un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ; ou un phényle.

[0031] De préférence, R₁ et R₂ représentent tous les deux un groupe méthyle.

[0032] Selon un mode de réalisation particulier, les composés selon l'invention sont de formule (I) ou (I') précitée, dans laquelle R₃ représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène, ou
- un groupe -A-R₄, dans lequel :

- A représente une liaison covalente ou un groupe -C(O)- ; et
- R₄ représente un groupe C₁₋₂₀-alkyle, en particulier C₁₋₁₂-alkyle, et plus particulièrement C₁₋₈-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ; et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 4 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, lesdits groupes hétérocycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle.

[0033] Un sous-groupe de composés particulièrement préférés est constitué des composés de formule (I) ou (I') précitée, dans laquelle R₃ représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène ;
- un groupe -C(O)-O-R₇ ou -C(O)-R₇, avec R₇ représentant un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle ; et
- un groupe C₁₋₁₂-alkyle, en particulier C₁₋₈-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ; et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 4 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, lesdits groupes hétérocycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle.

[0034] De préférence, R₃ représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène ;
- un groupe -C(O)-R₇, avec R₇ représentant un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle ; et
- un groupe C₁₋₁₂-alkyle, en particulier C₁₋₈-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène ; et étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 4 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, lesdits groupes hétérocycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle.

[0035] Selon un mode de réalisation particulier, R₃ représente un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 4 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, lesdits groupes hétérocycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle.

[0036] Selon un autre mode de réalisation particulier, R₃ représente un groupe C₃₋₁₂-alkyle, en particulier C₄₋₇-alkyle, interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 4 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, lesdits groupes hétérocycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle.

[0037] De préférence, ledit groupe hétérocycloalkyle est choisi parmi le 1,3-dioxane, 1,3-dioxolane, le 2,2-diméthyl-1,3-dioxane et 2,2-diméthyl-1,3-dioxolane.

[0038] Selon un mode de réalisation particulier, au moins l'un des R₁, R₂ et R₃, en particulier R₃, comporte un enchaînement linéaire, de préférence saturée, d'au moins 6 atomes de carbone, en particulier d'au moins 8 atomes de carbone, plus particulièrement d'au moins 10 atomes de carbone et de préférence de 10 à 15 atomes de carbone, ledit enchaînement pouvant être interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène.

[0039] De manière avantageuse, de tels composés confèrent au carburant dans lequel ils sont mis en oeuvre, outre de bonnes propriétés anti-suies, des propriétés de lubrification à chaud.

[0040] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, R₃ dans la formule générale (I) ou (I') précitée est différent du groupement -C(O)-O-C₂H₅.

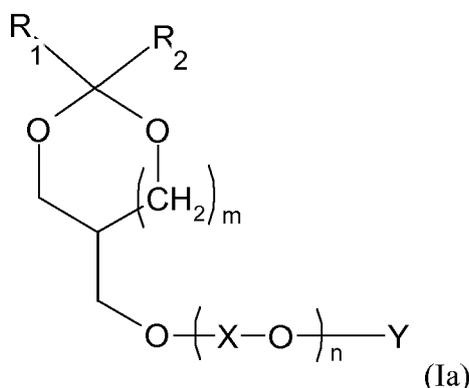
[0041] Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, R₃ comporte au moins un motif polyéther.

[0042] En particulier, le motif polyéther peut être de type {X-O}_n dans lequel :

- X, identiques ou différents, représentent un groupe C₁₋₄-alkylène, en particulier C₁₋₃-alkylène, de préférence X représentent -(CH₂)₂- et/ou -(CH₂-CH(CH₃))- ; et
- n est un entier allant de 2 à 10, en particulier de 2 à 8 et plus particulièrement de 2 à 4.

[0043] En particulier, R₃ peut par exemple comporter au moins un motif polyéthylène glycol (X représente un groupe -(CH₂)₂-) et/ou un motif polypropylène glycol (X représente un groupe -(CH₂-CH(CH₃))-).

[0044] Parmi les composés de formule (I) précitée, un sous-groupe de composés est ainsi constitué des composés de formule (Ia) suivante :



dans laquelle :

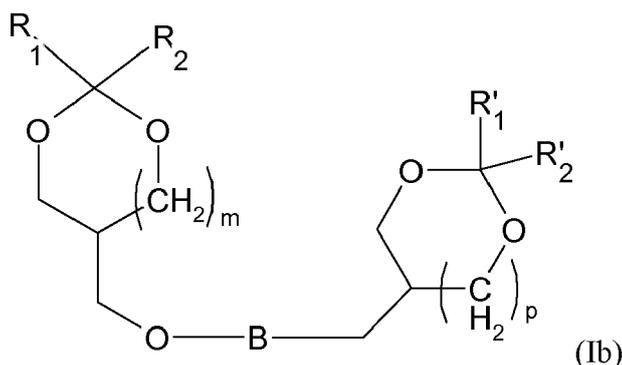
- R₁ et R₂ sont tels que définis selon l'une quelconque des définitions précitées ;
- m vaut 0 ou 1, de préférence m vaut 0 ;

- Y représente un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle, portant éventuellement un groupe hétérocycloalkyle de 3 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, ledit groupe hétérocycloalkyle pouvant être éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle; et
- X et n sont tels que définis précédemment.

[0045] Selon un mode de réalisation particulier, Y représente un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle.

[0046] Selon un autre mode de réalisation particulier, Y représente un méthyle portant un groupe 1,3-dioxane, 1,3-dioxolane, 2,2-diméthyl-1,3-dioxane ou 2,2-diméthyl-1,3-dioxolane.

[0047] Parmi les composés de formule (I) précitée, un autre sous-groupe de composés est constitué des composés de formule (Ib) suivante :



dans laquelle :

- R₁ et R₂ sont tels que définis selon l'une quelconque des définitions précitées, en particulier R₁ et R₂ représentent un méthyle ;
- R'₁ et R'₂, identiques ou différents, sont définis comme pour R₁ et R₂ selon l'une quelconque des définitions précitées, en particulier R'₁ et R'₂ représentent un méthyle ;
- B représente une liaison covalente ou un groupe C₁₋₁₀-alkylène, en particulier C₁₋₇-alkylène, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ;
- m vaut 0 ou 1, en particulier m vaut 0 ; et
- p vaut 0 ou 1, en particulier p vaut 0.

[0048] Selon un mode de réalisation particulier, m et p dans la formule (Ib) précitée sont identiques, et de préférence valent 0.

[0049] Selon un mode de réalisation particulier, B représente une liaison covalente.

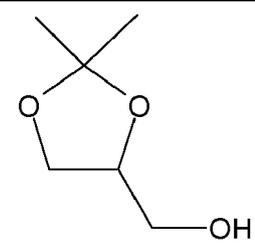
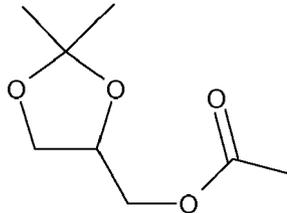
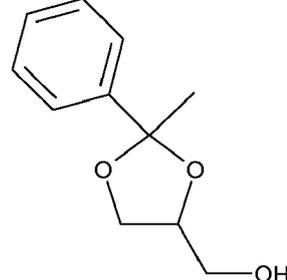
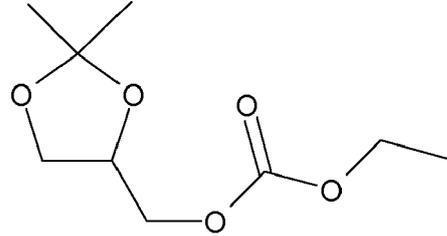
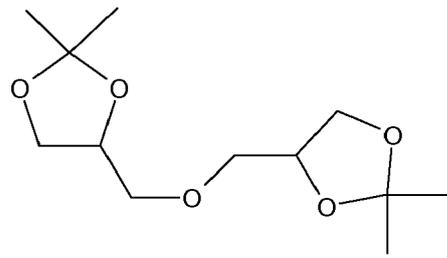
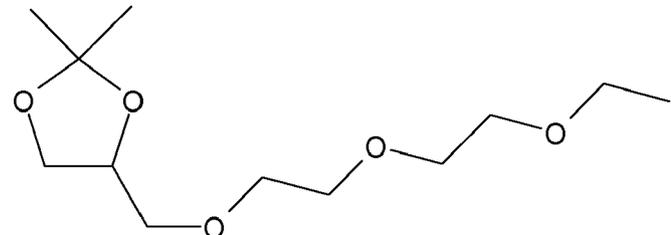
[0050] Selon un autre mode de réalisation particulier, B représente un groupe C₃₋₈-alkylène, en particulier C₃₋₇-alkylène, linéaire, interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène.

[0051] Selon encore un autre mode de réalisation particulier, B représente un motif polyéther de type {X-O}_n, avec X et n étant tels que définis précédemment.

[0052] Parmi les composés de formule générale (I), un sous-groupe de composés est constitué par les composés de formule générale (I) dans laquelle à la fois m et/ou R₁ et/ou R₂ et/ou R₃ sont tels que définis dans les sous-groupes et modes particuliers ci-dessus.

[0053] Parmi les composés de formule (I), on peut notamment citer les dérivés suivants, rassemblés dans le tableau 1 suivant.

TABLEAU 1

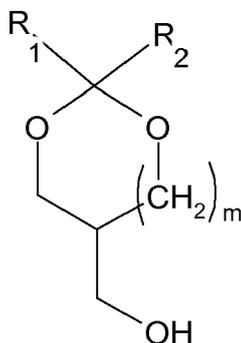
5 n°1	
10 n°2	
20 n°3	
30 n°4	
40 n°5	
50 n°6	

55 **[0054]** Il est entendu que les composés spécifiques n°1 à n°6 présentés ci-dessus sont uniquement donnés à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

[0055] Les dérivés acétals cycliques peuvent être disponibles dans le commerce ou préparés selon des méthodes

de synthèse décrites dans la littérature et connues de l'homme du métier.

[0056] En particulier, les acétals cycliques selon l'invention peuvent être préparés à partir d'acétals de glycérol de structure générale :



[0057] Les acétals du glycérol peuvent être eux-mêmes préparés selon des méthodes de synthèse connues de l'homme du métier, en particulier par réaction, généralement en milieu acide, d'un aldéhyde ou d'une cétone sur le glycérol ou par réaction de transacétalisation, comme par exemple décrit dans le document EP 1 321 503.

Application dans un carburant d'aviation

[0058] Les acétals cycliques de formule (I) conformes à l'invention peuvent être utilisés à titre d'additifs anti-suies dans une formulation de carburant d'aviation.

[0059] Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne ainsi une composition de carburant d'aviation comprenant au moins un composé de formule (I) tel que défini précédemment.

[0060] La présente invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, un réservoir de carburant pour un aéronef, en particulier un avion, contenant un carburant supplémenté avec au moins un composé de formule (I) tel que défini précédemment.

[0061] L'invention concerne encore un aéronef, en particulier un avion, comportant un réservoir de carburant supplémenté avec au moins un composé de formule (I) tel que défini précédemment.

[0062] Il est entendu qu'un composé de formule (I) conforme à l'invention peut être ajouté à une formulation de carburant, seul ou en combinaison avec un ou plusieurs autres composés de formule (I).

[0063] Il appartient à l'homme du métier d'adapter la teneur en additif(s) anti-suies de formule (I) selon l'invention à introduire dans la formulation de carburant, en particulier au regard de la nature du carburant, du ou desdits additifs anti-suies de formule (I) mis en oeuvre, et des propriétés anti-suies attendues.

[0064] Le ou lesdits composés de formule générale (I) conformes à l'invention sont plus particulièrement introduits dans une formulation de carburant en une teneur telle qu'ils sont solubles dans la formulation de carburant.

[0065] D'une manière générale, le ou lesdits composés de formule (I) peuvent être mis en oeuvre dans une formulation conventionnelle de carburant d'aviation, à raison de 1 à 40 %, en particulier de 1 à 20 %, par rapport au volume total de la composition de carburant.

[0066] En particulier, la composition de carburant d'aviation selon l'invention peut être un carburant destiné au fonctionnement des moteurs d'avions à turbine (turboréacteur, turbopropulseur), communément appelés « carburéacteurs » ou « jet-fuels » en langue anglaise et, à ce titre, peut plus particulièrement respecter les normes requises pour les carburéacteurs, par exemple celles du carburéacteur Jet A-1.

[0067] Selon une variante de réalisation, le ou lesdits composés de formule (I) peuvent être additionnés à un carburant d'aviation conventionnel.

[0068] En pratique, un carburant d'aviation classique peut être supplémenté avec un ou plusieurs composés de formule (I) conformes à l'invention en ajoutant, par exemple, le ou lesdits composés de formule (I) directement au sein du réservoir de l'aéronef préalablement rempli de carburant.

[0069] A titre de carburants d'aviation, on peut citer par exemple les carburants connus des spécialistes sous les appellations suivantes : JP-4 (MIL-T-5624), JP-5, JP-7 (MIL-T-38219), JP-8 (MIL-T-83133) dans le domaine de l'aviation militaire, Jet A et Jet A-1 (ASTM-D 1655) dans le domaine de l'aviation civile.

[0070] Les carburants d'aviation sont à base de kérosène, seul ou en mélange avec une essence (par exemple 50% kérosène-50% essence pour JP-4, 99,5% kérosène pour JP-5 et JP-8, 100% de kérosène pour Jet A-1) et comprennent des additifs ajustés au regard des utilisations spécifiques du carburant, comme par exemple des antioxydants, inhibiteurs de corrosion, inhibiteurs de catalyse métallique, inhibiteur de givrage, en quantités limitées.

[0071] En général, les carburéacteurs sont produits à partir d'une fraction de kérosène issue directement de la distillation atmosphérique du pétrole brut et dont les points de distillation sont compris entre 140 et 300°C, et de chaînes carbonées de 9 à 16 atomes de carbone.

[0072] Les carburants d'aviation présentent la particularité de devoir répondre dans le monde entier aux mêmes niveaux de spécifications, découlant directement des conditions particulières, notamment des variations extrêmes de température, dans lesquelles ils sont utilisés. Les propriétés et spécifications de ces carburants d'aviation sont plus particulièrement détaillées dans le document : « Kerosene/Jet fuel category assessment document », submitted to the US EPA by the American Petroleum Institute, September 21, 2010. Des carburants pour avion particulièrement avancés sont par exemple ceux conformes à la spécification AFQRJOS (« Aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems ») Issue 18 pour le Jet A-1 de novembre 1999 (cette spécification reprend les critères les plus contraignants de la spécification ASTM D 1655 et de la spécification britannique DEF STAN 91-91).

[0073] En aviation civile, le carburant le plus répandu est le carburéacteur Jet A1. Celui-ci doit présenter un point de décongélation inférieur à -47°C (valeur typique de -50°C). Le Jet-A avec un point de décongélation de -40°C est de qualité inférieure au Jet A-1 et principalement utilisé aux Etats-Unis ; le Jet B avec un point de décongélation inférieur à -50°C, nom commercial du JP-4, est uniquement utilisé dans les climats très froids.

[0074] Ces carburants d'aviation présentent tous un pouvoir calorifique compris entre 42,8 et 43,6 MJ/kg. Le point d'éclair minimum est de 60 °C pour le JP-5, de 38°C pour le Jet A-1 et JP-8 (valeur typique pour le Jet A-1 de 50°C). Les densités caractéristiques sont de 810 kg/m³ pour le Jet A-1, de 760 kg/m³ pour le Jet B.

[0075] D'autres spécifications peuvent encore être citées. Par exemple, le Jet A-1 doit impérativement avoir une teneur en soufre inférieure à 0,30 % en poids, et une teneur en composés aromatiques inférieure à 22 % en volume.

[0076] Bien entendu, le ou lesdits composés de formule (I) sont additionnés au carburant d'aviation conventionnel, par exemple un carburant Jet A-1, en une quantité telle qu'ils n'affectent pas les spécifications auxquelles doit répondre ce carburant.

[0077] Ainsi, selon un mode de réalisation particulier, une composition de carburant d'aviation selon l'invention présente un point de congélation inférieur à -40°C, en particulier compris entre -60 et -40°C, de préférence inférieur à -47°C, et peut ainsi être adaptée à son utilisation potentielle dans des conditions de froid, par exemple dans le cadre d'une utilisation dans l'aviation civile ou militaire.

[0078] De préférence, une composition de carburant d'aviation selon l'invention présente un bon pouvoir calorifique, en particulier supérieur à 40 MJ/kg, en particulier supérieur à 42,5 MJ/kg.

Références :

[0079]

[1] Rounce et al., "Comparison of Diesel and Biodiesel Emissions Using Dimethyl Carbonate as an Oxygenated Additive", UK. Energy & Fuels (2010), 24(9), 4812-4819;

[2] Cheung et al., "Performance of diesel engine using diesel fuel blended with dimethyl carbonate", Southeast University Press, Nanjing, Peop. Rep. China CODEN: 69GNB5. CAN 142:300536;

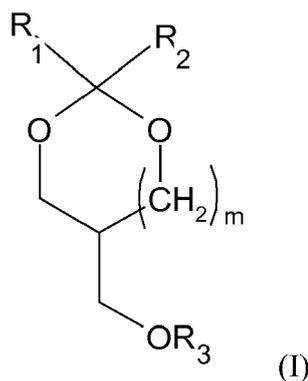
[3] Guo et al., "Development of di(2-ethoxyethyl)carbonate as a clean diesel fuel additive", American Chemical Society, Division of Petroleum Chemistry, CODEN: ACPCAT ISSN: 0569-3799. CAN 145:491855 AN 2006:270943;

[4] Guo et al. "Development of di(2-ethoxyethyl)carbonate used as a clean diesel fuel additive", American Chemical Society, Washington, D. C CODEN: 69HYEC Conférence; AN 2006:249481;

[5] Guo et al. "Investigation of a novel oxygenate, methyl 2-ethoxyethyl carbonate, as a clean diesel fuel additive", Xi'an Research Institute of Hi.-Tech, Xi'an, Peop. Rep. China. American Chemical Society, Washington, D. C CODEN: 69GQMP Conférence; AN 2005:190024;

Revendications

1. Utilisation d'un composé de formule (I)



15 dans laquelle :

- m vaut 0 ou 1 ;
- R₁ et R₂ représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi un atome d'hydrogène ; un
- 20 groupe C₁₋₂₀-alkyle ou C₂₋₂₀-alcényle, linéaires ou ramifiés ; un groupe aryle en particulier un phényle ;
- R₃ représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène ; et
- un groupe -A-R₄, dans lequel :

25 A représente une liaison covalente, un groupe -C(O)- ou un groupe -C(O)-O- ; et

R₄ représente un groupe C₁₋₂₀-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs

30 atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ;

et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 3 à 6 chaînons et renfermant

de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, lesdits groupes hétérocycloalk-

yles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₆₄-alkyle et/ou oxo ;

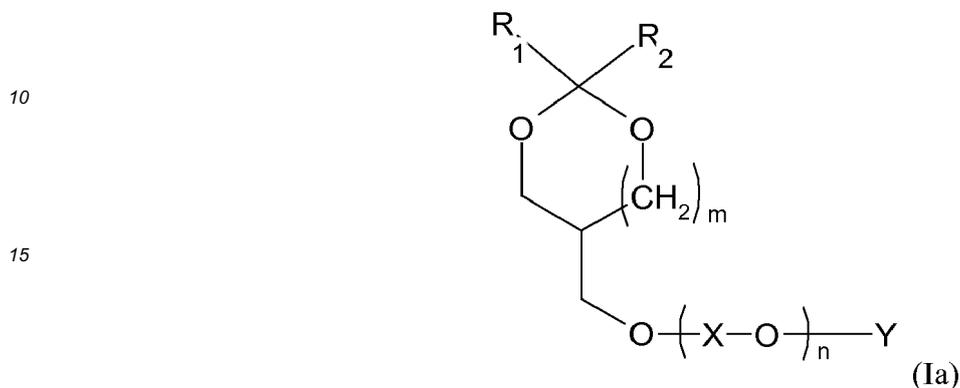
à titre d'additif anti-suires pour un carburant d'aviation.

- 35 **2.** Utilisation selon la revendication 1, dans laquelle m vaut 0.
- 3.** Utilisation selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle R₁ et R₂ représente, indépendamment l'une de l'autre, un
- groupe choisi parmi un atome d'hydrogène, un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ; ou un phényle.
- 40 **4.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle R₁ et R₂ représentent tous les
- deux un groupe méthyle.
- 5.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle R₃ représente un groupe choisi
- 45 parmi :
- un atome d'hydrogène ;
 - un groupe -C(O)-O-R₇ ou -C(O)-R₇, avec R₇ représentant un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ou
 - éthyle ; et
 - un groupe C₁₋₁₂-alkyle, en particulier C₁₋₈-alkyle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou
 - 50 plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements
 - C(O)O- ; et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes hétérocycloalkyles de 4 à 6 chaînons et
 - renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, lesdits groupes hétéro-
 - cycloalkyles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle, en particulier
 - méthyle.
- 55 **6.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle R₃ intègre au moins un motif
- polyéther, en particulier un motif de type {X-O}_n
- dans lequel :

EP 2 977 433 A1

- X, identiques ou différents, représentent un groupe C₁₋₄-alkylène, en particulier C₁₋₃-alkylène, de préférence
- X représentent -(CH₂)₂- et/ou -(CH₂-CH(CH₃))- ; et
- n est un entier allant de 2 à 10, en particulier de 2 à 8 et plus particulièrement de 2 à 4.

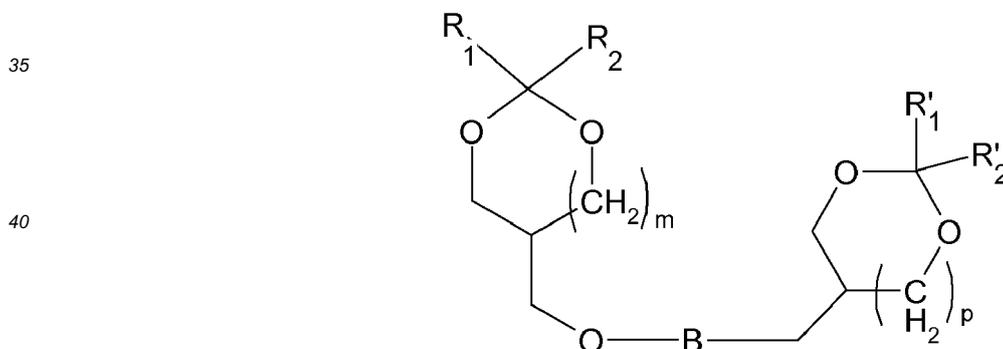
7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit composé étant de formule (Ia) :



dans laquelle :

- R₁ et R₂ sont tels que définis selon l'une quelconque des revendications 1, 3 et 4 ;
- m vaut 0 ou 1, en particulier m vaut 0 ;
- Y représente un groupe C₁₋₄-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle, portant éventuellement un groupe hétérocycloalkyle de 3 à 6 chaînons et renfermant de 1 à 3 atomes d'oxygène, en particulier un groupe dioxolane ou dioxane, ledit groupe hétérocycloalkyle pouvant être éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C₁₋₄-alkyle ; et
- X et n sont tels que définis en revendication 6.

8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit composé étant de formule (Ib) :

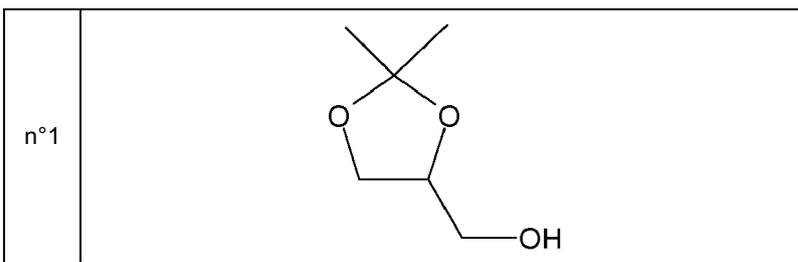


dans laquelle :

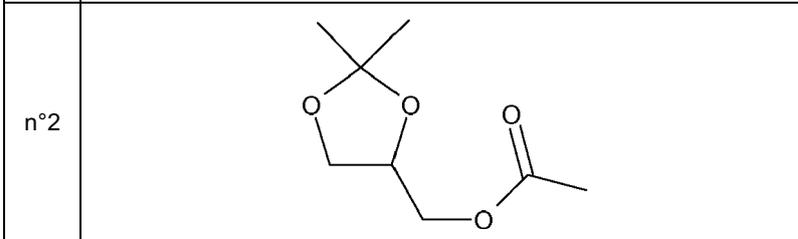
- R₁ et R₂ sont tels que définis selon l'une quelconque des revendications 1, 3 et 4 ;
- R'₁ et R'₂ sont définis comme pour R₁ et R₂ selon l'une quelconque des revendications 1, 3 et 4,
- B représente une liaison covalente ou un groupe C₁₋₁₀-alkylène, en particulier C₁₋₇-alkylène, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, un ou plusieurs groupements -O-C(O)-O- et/ou un ou plusieurs groupements -C(O)O- ;
- m vaut 0 ou 1, en particulier m vaut 0 ;
- p vaut 0 ou 1, en particulier p vaut 0.

9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, ledit composé de formule (I) étant choisi parmi les composés suivants :

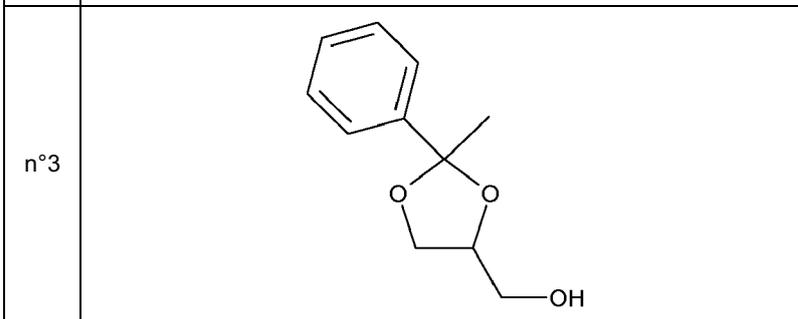
5



10

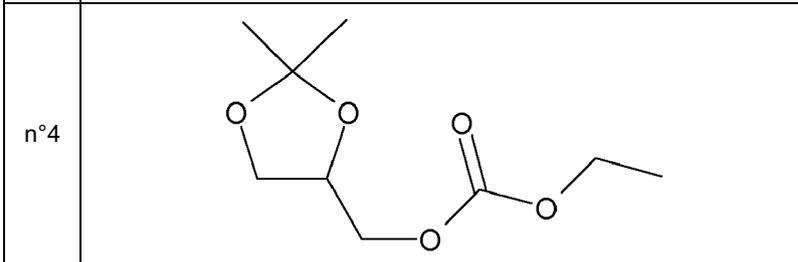


15



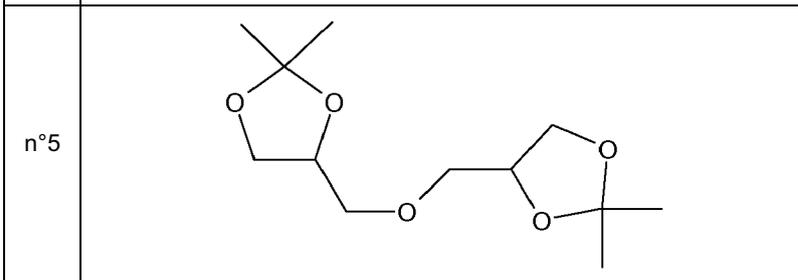
20

25



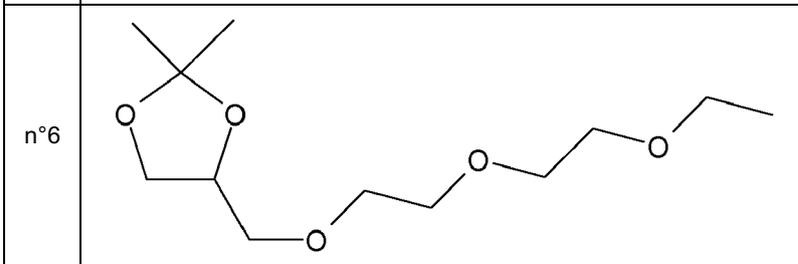
30

35



40

45



50

55

10. Composition de carburant d'aviation, comprenant au moins un composé de formule (I) tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, ladite composition de carburant étant en particulier destiné à des moteurs d'avions à turbine.

EP 2 977 433 A1

11. Réservoir de carburant pour un aéronef, en particulier un avion, contenant une composition de carburant telle que définie en revendication 10.

12. Aéronef, en particulier avion, comportant un réservoir de carburant tel que défini en revendication 11.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 14 17 8407

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 321 502 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 25 juin 2003 (2003-06-25)	1-5,9-12	INV. C10L1/185
Y	* revendications 1-6; exemples 1-4; tableau 1 *	6-8	
X,D	EP 1 321 503 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 25 juin 2003 (2003-06-25)	1-5,9-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) C10L
Y	* revendication 1 *	6-8	
A	Steve Hansen: "Diesel Emerging As New Technology of Choice for General Aviation Diesel Technology Forum", 26 juillet 2012 (2012-07-26), XP055151051, Extrait de l'Internet: URL:http://www.dieselforum.org/news/diesel-emerging-as-new-technology-of-choice-for-general-aviation [extrait le 2014-11-05] * le document en entier *	1-12	
Y	US 6 458 176 B2 (YEH LISA I-CHING [US] ET AL) 1 octobre 2002 (2002-10-01) * colonne 1, ligne 29 - colonne 3, ligne 42 *	6-8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 décembre 2014	Examineur Pöllmann, Klaus
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 14 17 8407

5

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-12-2014

10

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1321502 A1	25-06-2003	EP 1321502 A1	25-06-2003
		FR 2833607 A1	20-06-2003
		US 2003163949 A1	04-09-2003

EP 1321503 A1	25-06-2003	AT 489448 T	15-12-2010
		EP 1321503 A1	25-06-2003
		ES 2354413 T3	14-03-2011
		FR 2833606 A1	20-06-2003
		US 2004025417 A1	12-02-2004

US 6458176 B2	01-10-2002	CA 2393840 A1	28-06-2001
		EP 1252265 A1	30-10-2002
		JP 2004507567 A	11-03-2004
		US 2002000063 A1	03-01-2002
		WO 0146346 A1	28-06-2001

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 3594136 A [0011]
- US 20100005707 A [0011]
- US 20110131871 A [0011]
- GB 1246853 A [0011]
- EP 1321503 A [0022] [0057]

Littérature non-brevet citée dans la description

- Kerosene/Jet fuel category assessment document. US EPA by the American Petroleum Institute, 21 Septembre 2010 [0072]
- AFQRJOS, Novembre 1999 [0072]
- **ROUNCE et al.** Comparison of Diesel and Biodiesel Emissions Using Dimethyl Carbonate as an Oxygenated Additive. *UK. Energy & Fuels*, 2010, vol. 24 (9), 4812-4819 [0079]
- **CHEUNG et al.** Performance of diesel engine using diesel fuel blended with dimethyl carbonate. Southeast University Press [0079]
- **GUO et al.** Development of di(2-ethoxyethyl)carbonate as a clean diesel fuel additive. American Chemical Society [0079]
- **GUO et al.** Development of di(2-ethoxyethyl)carbonate used as a clean diesel fuel additive. American Chemical Society [0079]
- Investigation of a novel oxygenate, methyl 2-ethoxyethyl carbonate, as a clean diesel fuel additive. **GUO et al.** Xi'an Research Institute of Hi.-Tech, Xi'an, Peop. Rep. China. American Chemical Society [0079]