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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
28 janvier 2016 (28.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/012343 A1

(51) Classification internationale des brevets : *C10L 1/19* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP2015/066303

(22) Date de dépôt international : 16 juillet 2015 (16.07.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
EP14178406 24 juillet 2014 (24.07.2014) EP

(71) Déposant : **RHODIA OPERATIONS** [FR/FR]; 25 rue de Clichy, F-75009 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **MIGNANI, Gérard**; 2, avenue des Frères Lumières, F-69008 Lyon (FR). **PERRET, Nicolas**; 10 Promenade des Magnauds, F-38080 Saint Alban de Roche (FR).

(74) Mandataires : **CORDIER, Pascal** et al.; Rhodia Operations, IAM, 40 rue de la Haie Coq, 93306 Aubervilliers (FR).

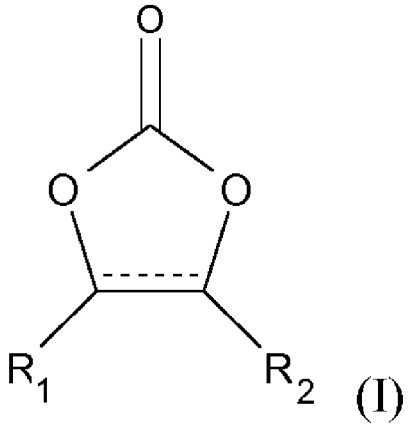
(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title** : CYCLIC CARBONATE DERIVATIVES AS ANTI-SOOT ADDITIVES FOR A FUEL

(54) **Titre** : DÉRIVÉS CARBONATES CYCLIQUES À TITRE D'ADDITIFS ANTI-SUIES POUR UN CARBURANT



(I)



(A)

(57) **Abstract** : The present invention relates to the use of a compound of formula (I), in which: formula (A) represents a single or double bond; R_1 and R_2 represent, independently of one another, a group selected from a hydrogen atom or a linear or branched C_{1-20}alkyl or C_{2-20}alkenyl group, optionally interrupted by one or more oxygen atoms, and that may be substituted by one or more R_4 groups; or else, R_1 and R_2 together form, with the carbon atoms to which they are bonded, an optionally substituted C_{5-8}cycloalkyl group, as anti-soot additive for a fuel, in particular for an aviation fuel for turbine engines. The invention also relates to a fuel composition, in particular an aviation fuel composition, comprising at least one compound of formula (I).

(57) **Abrégé** : La présente invention concerne l'utilisation d'un composé de formule (I), dans laquelle: formule (A) représente une liaison simple ou double; R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi un atome d'hydrogène ou un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, linéaire ou ramifié, éventuellement interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, et pouvant être substitué par un ou plusieurs groupes R_4; ou bien, R_1et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle éventuellement substitué,à titre d'additif anti-suies pour un carburant, en particulier pour un carburant d'aviation pour moteurs à turbine. L'invention concerne également une composition de carburant, en particulier une composition de carburant d'aviation, comprenant au moins un composé de formule (I).

WO 2016/012343 A1

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

Dérivés carbonates cycliques à titre d'additifs anti-suies pour un carburant

La présente invention a pour objet l'utilisation de nouveaux composés polyoxygénés, plus précisément de dérivés de type carbonates cycliques, à titre d'additifs anti-suies pour un carburant, en particulier pour un carburant d'aviation.

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, par exemple un carburant diesel, de particules carbonées, plus communément appelées « suies », demeure un problème majeur pour l'environnement et la santé.

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.

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 cancérogènes pour l'homme.

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

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.

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.

A cet effet, de nombreux travaux de recherche ont été menés dans le domaine des carburants automobiles, en particulier pour moteurs Diesel, visant à réduire la formation des suies via l'ajout d'additifs polyoxygénés.

Par exemple, diverses études ([1], [2]) analysent l'influence de la mise en œuvre 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.

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.

On peut encore citer le document EP 1 321 503 qui décrit l'utilisation dans des compositions de carburant diesel de carbonates d'acétals de glycérol à des fins de réduire les émissions de particules.

Enfin, il a été proposé, notamment 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).

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).

La mise en œuvre dans des carburants d'aviation de composés polyoxygénés de type carbonates linéaires a déjà été décrite. Par exemple, le diméthyl carbonate et le diéthyl carbonate ont été proposés à des fins d'ajuster la volatilité et le point d'inflammabilité d'un carburant d'aviation [6]. On peut encore citer le document WO 95/23836 qui décrit la mise en œuvre de dérivés carbonates linéaires, de préférence du diméthyl carbonate, dans des carburants diesel, gazole ou jet-fuel, à titre de composés dits « ECS » (pour « Enhanced Combustion Structure » en langue anglaise), de tels composés « ECS » permettant, par exemple, d'accroitre la vitesse de combustion ou de réduire la

température de combustion. Les composés carbonates décrits dans ces documents ne sont toutefois nullement proposés à des fins de réduire la formation des suies dans les carburants d'aviation.

Enfin, le document WO 2010/061223 propose la mise en œuvre d'un composé organique, en particulier du carbonate de propylène, pour améliorer la solubilisation d'un composé ferrique solide dans une composition de carburant.

Toutefois, à la connaissance des inventeurs, il n'a jamais été proposé de mettre en œuvre un dérivé de type carbonate cyclique à titre d'additif anti-suies dans un carburant.

Pour satisfaire aux normes de plus en plus strictes en matière d'émission des suies, il demeure un besoin de pouvoir disposer de nouveaux additifs, pour des carburants automobiles et d'aviation, permettant de réduire la formation des suies.

De tels additifs doivent répondre à plusieurs exigences.

Tout d'abord, ils doivent bien entendu être compatibles avec une mise en œuvre dans la formulation de carburant visée, essence, gazole ou carburant d'aviation. En particulier, ils doivent être solubles dans le carburant souhaité.

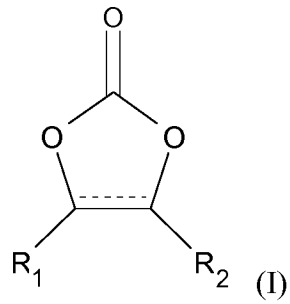
Egalement, il est impératif que ces additifs n'induisent pas une élévation du point de fusion de la formulation de carburant dans laquelle ils sont mis en œuvre, ce qui, pour des raisons évidentes, pourrait avoir des conséquences dramatiques. Dans le domaine de l'aéronautique par exemple, les carburants doivent conserver un point de fusion très bas pour supporter des conditions de température extrêmes aux altitudes élevées.

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

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

La présente invention a précisément pour but de fournir de nouveaux composés polyoxygénés comme additifs à propriétés anti-suies pour un carburant, et avantageusement pour un carburant d'aviation, en particulier un « jet-fuel ».

L'invention a ainsi pour objet, selon un premier de ses aspects, l'utilisation d'un composé de formule (I) :



(I)

dans laquelle :

---- représente une liaison simple ou double ;

- R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi :
  - un atome d'hydrogène ;
  - un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, en particulier C_{1-12}-alkyle ou C_{2-12}-alcényle, linéaire ou ramifié, lesdits groupes pouvant être interrompus par un ou plusieurs atomes d'oxygène, et pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes R_4 ;

  R_4 étant choisi parmi un groupe hydroxyle, oxo, hétérocycloalkyle de 3 à 6 chaînons et comportant de 1 à 3 atomes d'oxygène, ledit groupe hétérocycloalkyle étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-6}-alkyle et/ou oxo ;

- ou bien, R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes, identiques ou différents l'un de l'autre, choisis parmi un groupe C_{1-6}-alkyle et un groupe R_4 tel que défini précédemment ;

à titre d'additif anti-suies pour un carburant, en particulier pour un carburant d'aviation.

Par « additif anti-suies », on entend un composé qui, mis en œuvre dans un carburant, par exemple un carburant d'aviation, permet de réduire la formation de suies lors de la combustion du carburant.

Les inventeurs ont ainsi découvert que de tels dérivés carbonates cycliques de formule générale (I) s'avèrent particulièrement efficaces lorsqu'ils sont ajoutés à des formulations de carburant, et en particulier à un carburant d'aviation, pour améliorer leurs performances énergétiques et diminuer la quantité de suies émise.

Sans vouloir être lié par la théorie, l'efficacité anti-suies de ces composés polyoxygénés est due à leur capacité à piéger aisément les premières espèces radicalaires issues de la dégradation thermique des carburants, et qui interviennent dans la formation des suies. Plus précisément, les composés polyoxygénés selon l'invention s'avèrent aptes à créer rapidement des radicaux thermodynamiquement stables, principalement par stabilisation des radicaux en position alpha des atomes d'oxygène.

Les dérivés carbonates cycliques selon l'invention peuvent être additionnés à des carburants automobiles, par exemple essence, gazole ou carburant diesel, ou à des carburants d'aviation.

Les dérivés carbonates cycliques s'avèrent particulièrement efficaces à d'additifs anti-suies pour des carburants d'aviation destinés aux moteurs à turbine utilisés en aéronautique, comme détaillé plus précisément dans la suite du texte.

L'invention a également pour objet, selon un autre de ses aspects, une composition de carburant, en particulier de carburant d'aviation, comprenant au moins un composé de formule (I) conforme à l'invention.

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 C_{1-3} 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 C_{1-6}-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 ;
- alkylène, un groupe alkyle divalent, linéaire ou ramifié ; par exemple un groupe C_{1-3}-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 C_{2-4}-alcényle représente une chaîne carbonée, linéaire ou ramifiée, comprenant de 2 à 4 atomes de carbone et comportant 1 ou 2 insaturations. A titre d'exemple, on peut citer le groupe $-CH=CH_2$.

- cycloalkyle, un groupe alkyle cyclique, par exemple un groupe C_{5-8}-cycloalkyle représente un groupe carboné cyclique de 5 à 8 atomes de carbone, plus particulièrement un cyclopentyle, cyclohexyle, cycloheptyle ou cyclooctyle. De préférence, le groupe cycloalkyle est un groupe cyclohexyle.
- 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.

  Un groupe hétérocycloalkyle à 5 chaînons, substitué par un groupe oxo, peut être notamment le 1,3-dioxolan-2-one (plus connu sous l'appellation carbonate d'éthylène).

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.

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

Selon un mode de réalisation particulier, R_4 est choisi parmi un groupe hydroxyle, un groupe oxo et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène (1,3-dioxolan-2-one), ledit carbonate cyclique étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-6}-alkyle, en particulier C_{1-4}-alkyle.

Un sous-groupe préféré de dérivés carbonates cycliques conformes à l'invention est constitué des composés de formule (I) précitée dans laquelle :

- R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi :
  - un atome d'hydrogène ;
  - un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, en particulier C_{1-12}-alkyle ou C_{2-12}-alcényle, linéaire ou ramifié, lesdits groupes pouvant être interrompus 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 pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe hydroxyle et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle ;

- ou bien, R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle, en particulier cyclohexyle, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe C_{1-4}-alkyle et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

Un sous-groupe plus particulièrement préféré de dérivés carbonates cycliques conformes à l'invention est constitué des composés de formule (I) précitée, dans laquelle :

---- représente une liaison simple ou double ;

- R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi :
  - un atome d'hydrogène ;
  - un groupe C_{1-4}-alkyle ou C_{2-4}-alcényle, linéaire ou ramifié, en particulier méthyle ou éthylène ; et
  - un groupe $-CH_2-OR_3$, dans lequel R_3 réprésente :
    - un atome d'hydrogène, ou
    - un groupe A-R_6, dans lequel :

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

    R_6 représente un groupe C_{1-12}-alkyle, en particulier C_{1-8}-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 carbonates cycliques de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, lesdits carbonates cycliques pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle ;

- ou bien, R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle, en particulier cyclohexyle, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe C_{1-4}-alkyle et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

Parmi les composés de formule générale (I), un sous-groupe de composés est constitué des composés pour lesquels ---- représente une liaison simple.

Parmi les composés de formule générale (I), un autre sous-groupe de composés est constitué des composés pour lesquels ---- représente une double liaison.

Selon un mode de réalisation particulier, dans le cas où ---- dans la formule (I) précitée représente une double liaison, au moins l'un des R_1 et R_2 présente avantageusement une double liaison conjuguée avec la double liaison du cycle 1,3-dioxol-2-one (système conjugué π-σ-π).

Par exemple, dans le cas où ---- dans la formule (I) précitée représente une double liaison, au moins l'un des R_1 et R_2 peut représenter un groupe C_{2-4}-alcényle, en particulier un groupe éthylène.

Selon un mode de réalisation particulier, les dérivés carbonates cycliques utilisés selon l'invention sont de formule (I) précitée dans laquelle l'un au moins des R_1 et R_2 comporte un enchaînement linéaire, de préférence saturé, 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.

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

Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, l'un au moins des R_1 et R_2 comporte au moins un motif polyéther.

En particulier, le motif polyéther peut être de type $-(X-O)_n-$ dans lequel :

- X, identiques ou différents, représentent un groupe C_{1-4}-alkylène, en particulier C_{1-3}-alkylène, de préférence X représentent $-(CH_2)_2-$ et/ou $-(CH_2-CH(CH_3))-$; et
- n est un entier allant de 2 à 10, en particulier de 2 à 8 et plus particulièrement de 2 à 4.

En particulier, l'un au moins des R_1 et R_2 peut par exemple comporter au moins un motif polyéthylène glycol (X représente un groupe $-(CH_2)_2-$) et/ou un motif polypropylène glycol (X représente un groupe $-(CH_2-CH(CH_3))-$).

Parmi les composés de formule (I), un sous-groupe de composés est constitué des composés pour lesquels R_1 et R_2 sont identiques.

Selon un mode de réalisation particulier, R_1 et R_2 représentent tous deux un atome d'hydrogène ou un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier un groupe méthyle.

Ainsi, parmi les composés de formule (I) utilisables comme additifs anti-suies selon l'invention, peuvent être cités le carbonate d'éthylène (nom IUPAC : 1,3-dioxolan-2-one), le carbonate de vinylène (nom IUPAC : 1,3-dioxol-2-one) ou encore le 4,5-diméthyl-1,3-dioxolan-2-one.

Parmi les composés de formule (I), un autre sous-groupe de composés est constitué des composés pour lesquels R_1 et R_2 sont différents.

R_1 et R_2, différents, peuvent être définis, indépendamment l'un de l'autre, selon l'une quelconque des définitions précitées.

Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, l'un des R_1 et R_2 représente un atome d'hydrogène, et l'autre des R_1 et R_2 représente un groupe, différent d'un atome d'hydrogène, parmi les groupes définis précédemment.

En particulier, un sous-groupe de composés selon l'invention est constitué des composés de formule (I) précitée pour lesquels :

- l'un des R_1 et R_2 représente un atome d'hydrogène, et
- l'autre des R_1 et R_2 représente un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, en particulier C_{1-12}-alkyle ou C_{2-12}-alcényle, 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 choisis parmi un groupe hydroxyle et un carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

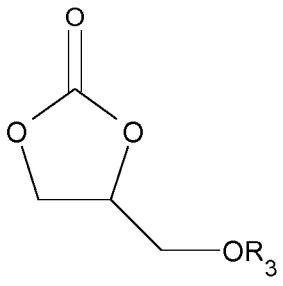
De préférence, les dérivés carbonates cycliques selon l'invention sont de formule (I) précitée, dans laquelle :

- l'un des R_1 et R_2 représente un atome d'hydrogène, et
- l'autre des R_1 et R_2 représente :
  - un groupe C_{1-4}-alkyle ou C_{2-4}-alcényle, linéaire ou ramifié, en particulier méthyle ou éthylène ; ou
  - un groupe $-CH_2-OR_3$, dans lequel R_3 réprésente :
    - un atome d'hydrogène, ou
    - un groupe A-R_6, dans lequel :

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

    R_6 représente un groupe C_{1-12}-alkyle, en particulier C_{1-8}-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 carbonates cycliques de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, lesdits carbonates cycliques pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

Parmi les composés de formule générale (I) précitée, un sous-groupe de composés est plus particulièrement constitué des composés de formule (Ia) :



(Ia)

dans laquelle R_3 représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène ; et
- un groupe –A-R_6, dans lequel :
  - A représente une liaison covalente, un groupe -C(O)- ou un groupe –C(O)-O- ; et
  - R_6 représente un groupe C_{1-12}-alkyle, en particulier C_{1-8}-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 carbonates cyclique de 4 à 6

chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, lesdits carbonates cycliques pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

D'autres sous-groupes constitués des composés de formule (Ia) font également partie de la présente invention.

Un sous-groupe de composés de formule (Ia) est plus particulièrement constitué des composés pour lesquels R_3 représente un groupe choisi parmi :

- un atome d'hydrogène ;
- un groupe $-C(O)-O-R_7$ ou $-C(O)-R_7$, avec R_7 représentant un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle ; et
- un groupe C_{1-12}-alkyle, en particulier C_{1-8}-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 carbonates cycliques de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, lesdits carbonates cycliques pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

Selon un mode de réalisation particulier, R_3 dans la formule (Ia) précitée représente un atome d'hydrogène.

Selon un autre mode de réalisation particulier, R_3 dans la formule (Ia) précitée représente un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier un groupe méthyle, éventuellement substitué par un carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène.

Selon un autre mode de réalisation particulier, R_3 dans la formule (Ia) précitée représente un groupe $-C(O)-O-R_7$, avec R_7 représentant un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle.

Selon encore un autre mode de réalisation particulier, R_3 dans la formule (Ia) précitée représente un groupe C_{3-12}-alkyle, en particulier C_{4-7}-alkyle, linéaire, interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène, ledit groupe alkyle étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe $-OC(O)OR_8$, avec R_8 représentant un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle, et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène.

Selon un autre mode de réalisation particulièrement préféré, R_3 dans la formule (Ia) précitée intègre au moins un motif polyéther.

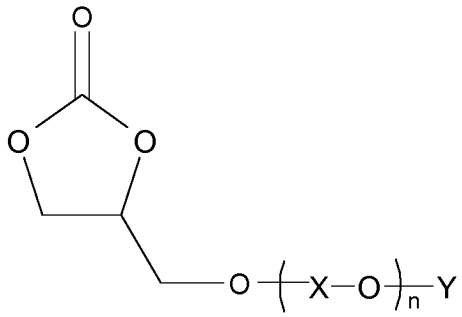
En particulier, le motif polyéther peut être de type $-(X-O)_n-$

dans lequel :

- X, identiques ou différents, représentent un groupe C_{1-4}-alkylène, en particulier C_{1-3}-alkylène, de préférence X représentent $-(CH_2)_2-$ et/ou $-(CH_2-CH(CH_3))-$; et
- n est un entier allant de 2 à 10, en particulier de 2 à 8 et plus particulièrement de 2 à 4.

R_3 peut par exemple comporter au moins un motif polyéthylène glycol (X représente un groupe $-(CH_2)_2-$) et/ou un motif polypropylène glycol (X représente un groupe $-(CH_2-CH(CH_3))-$).

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



(Ia-i)

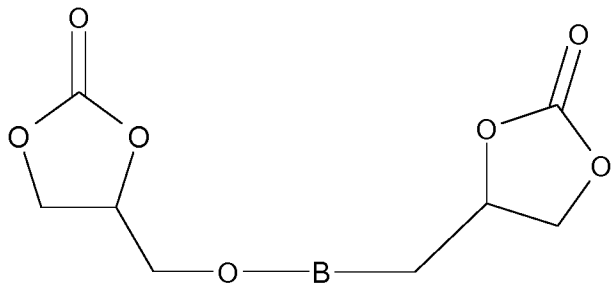
dans laquelle :

- Y représente un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle, portant éventuellement un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène ; et
- X et n sont tels que définis précédemment.

Selon un mode de réalisation particulier, Y dans la formule (Ia-i) précitée représente un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle ou éthyle.

Selon un autre mode de réalisation particulier, Y dans la formule (Ia-i) précitée, représente un méthyle portant un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène.

Parmi les composés de formule (Ia) précitée, un autre sous-groupe de composés est plus particulièrement constitué des composés de formule (Ia-ii) suivante :



(Ia-ii)

dans laquelle B représente une liaison covalente ou un groupe C_{1-10} alkylène, en particulier C_{1-7}-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-.

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

Selon un autre mode de réalisation particulier, B représente un groupe C_{3-8}-alkylène, en particulier C_{3-7}-alkylène, linéaire, interrompu par un ou plusieurs atomes d'oxygène et éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes $-OC(O)OR_8$ avec R_8 représentant un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle.

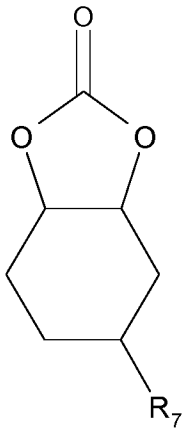
Selon encore un autre mode de réalisation particulier, B représente un motif polyéther est de type $-(X-O)_n-$ avec X et n étant tels que définis précédemment.

Parmi les dérivés carbonates cycliques conformes à l'invention, un autre sous-groupe est constitué des composés de formule générale (I), dans laquelle :

---- représente une liaison simple ; et

R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe C_{1-4}-alkyle et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

En particulier, un sous-groupe de composés conforme à l'invention est constitué des composés de formule générale (Ib) suivante :



(Ib)

dans laquelle R_7 représente un groupe choisi parmi :

◦ un atome d'hydrogène,

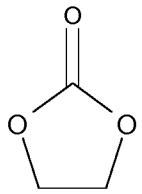
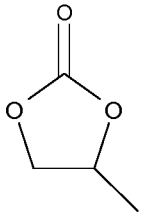
◦ un groupe C_{1-4}-alkyle, et

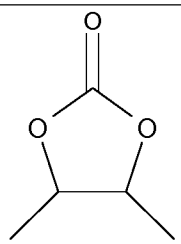
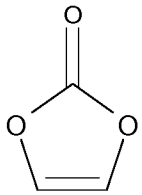
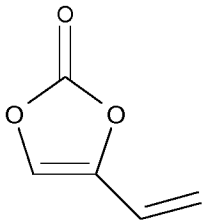
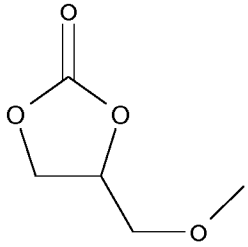
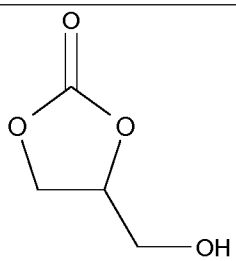
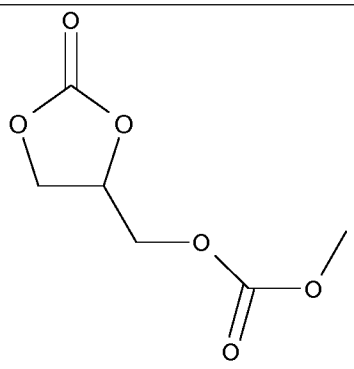
◦ un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle.

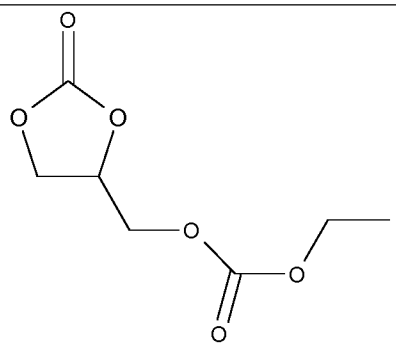
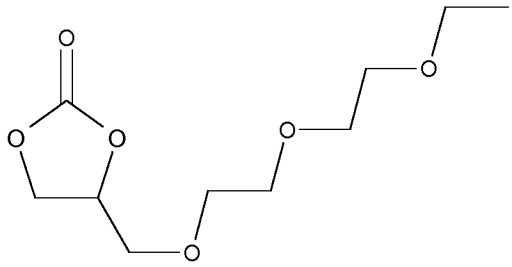
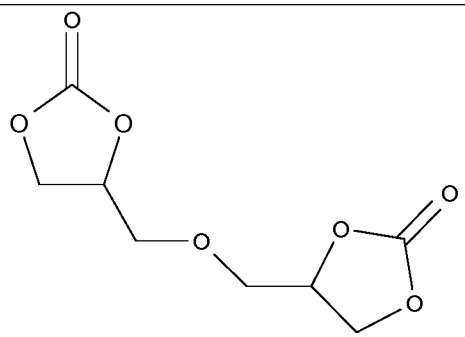
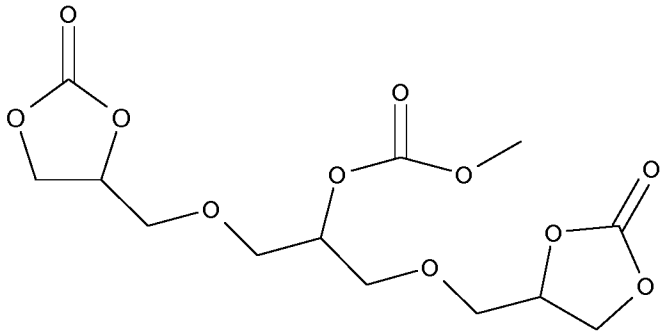
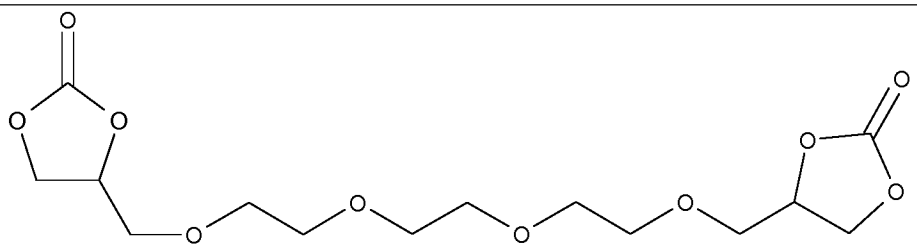
Selon un mode de réalisation particulier, R_7 dans la formule (Ib) précitée représente un groupe carbonate d'éthylène, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes méthyle.

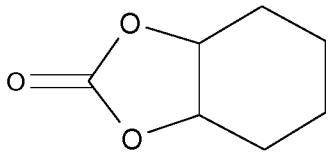
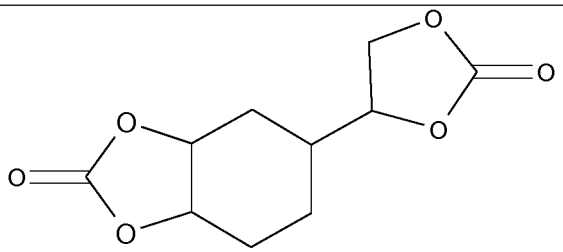
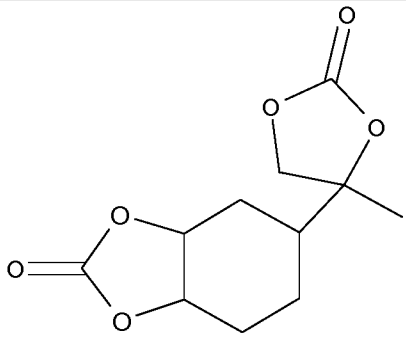
Parmi les composés de formule (I), on peut notamment citer les dérivés suivants, rassemblés dans le tableau 1 suivant.

TABLEAU 1

n°1	
n°2	

n°3	
n°4	
n°5	
n°6	
n°7	
n°8	

n°9	
n°10	
n°11	
n°12	
n°13	

n°14	
n°15	
n°16	

Il est entendu que les composés spécifiques n°1 à n°16 présentés ci-dessus sont uniquement donnés à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

Les dérivés carbonates 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.

A titre d'exemples de voies de synthèse connues pour l'obtention de carbonates cycliques, on peut citer les réactions de cocyclisations, par exemple entre le dioxyde de carbone et un alcool allylique ; les réactions de transcarbonatation à partir d'un carbonate d'alkyle linéaire et d'un composé hydroxylé appropriés ; ou encore les réactions de phosgénation de composés dihydroxylés.

Application dans un carburant

Les composés de formule (I) conformes à l'invention peuvent être utilisés à titre d'additifs anti-suies dans une formulation de carburant, en particulier un carburant gazole, diesel ou essence pour l'automobile, ou un carburant d'aviation.

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

La présente invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, un réceptacle, en particulier un réservoir de carburant d'un engin de locomotion aérienne ou terrestre, contenant un carburant supplémenté avec au moins un composé de formule (I) tel que défini précédemment.

L'invention concerne encore un engin de locomotion aérienne ou terrestre, en particulier un avion, comportant un réservoir de carburant supplémenté avec au moins un composé de formule (I) tel que défini précédemment.

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).

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 œuvre, et des propriétés anti-suies attendues.

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.

D'une manière générale, le ou ledits composés de formule (I) peuvent être mis en œuvre dans une formulation conventionnelle de carburant, en particulier un 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.

Selon une variante de réalisation particulièrement préférée, la composition de carburant est une composition de carburant d'aviation.

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 ci-dessous.

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.

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

En pratique, un carburant 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 préalablement rempli de carburant.

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.

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.

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.

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 avantageux 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).

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.

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/m^3 pour le Jet A-1, de 760 kg/m^3 pour le Jet B.

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.

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

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.

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 :

[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;

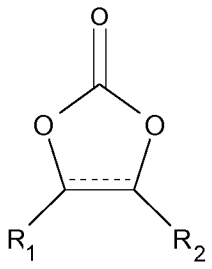
[4] Guo *et al.* "Development of di(2-ethoxyethyl)carbonate used as a clean diesel fuel additive", American Chemical Society, Washington, D. C CODEN: 69HYEC Conference; AN 2006:249481;

[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 Conference; AN 2005:190024;

[6] Li Dan *et al.*, Journal of Hazardous Materials (2009), 161(2-3), 1193-1201.

REVENDICATIONS

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



(I)

dans laquelle :

---- représente une liaison simple ou double ;

- R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi :

◦ un atome d'hydrogène ;

◦ un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, linéaire ou ramifié, lesdits groupes pouvant être interrompus par un ou plusieurs atomes d'oxygène, et pouvant être substitué par un ou plusieurs groupes R_4 ;

R_4 étant choisi parmi un groupe hydroxyle, oxo, hétérocycloalkyle de 3 à 6 chaînons et comportant de 1 à 3 atomes d'oxygène, ledit groupe hétérocycloalkyle étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-6}-alkyle et/ou oxo ;

- ou bien, R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes, identiques ou différents l'un de l'autre, choisis parmi un groupe C_{1-6}-alkyle et un groupe R_4 tel que défini précédemment ;

à titre d'additif anti-suies pour un carburant.

2. Utilisation selon la revendication 1, le carburant étant un carburant d'aviation.

3. Utilisation selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle :

- R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi :

◦ un atome d'hydrogène ;

◦ un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, en particulier C_{1-12}-alkyle ou C_{2-12}-alcényle, linéaire ou ramifié, lesdits groupes pouvant être interrompus 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 pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe hydroxyle et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène ;

- ou bien, R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle, en particulier cyclohexyle, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe C_{1-4}-alkyle et un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène ;

ledit carbonate cyclique, en particulier carbonate d'éthylène, pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle :

- R_1 et R_2 représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe choisi parmi :
  - un atome d'hydrogène ;
  - un groupe C_{1-4}-alkyle ou C_{2-4}-alcényle, linéaire ou ramifié, en particulier méthyle ou éthylène ; et
  - un groupe $–CH_2-OR_3$, dans lequel R_3 réprésente :
    - un atome d'hydrogène, ou
    - un groupe $A-R_6$, dans lequel :

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

    R_6 représente un groupe C_{1-12}-alkyle, en particulier C_{1-8}-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 carbonates cycliques de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, lesdits carbonates cycliques pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle ;

- ou bien, R_1 et R_2 forment ensemble, avec les atomes de carbone auxquels ils sont liés un groupe C_{5-8}-cycloalkyle, en particulier cyclohexyle, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe C_{1-4}-alkyle et un groupe carbonate cyclique de 4

à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

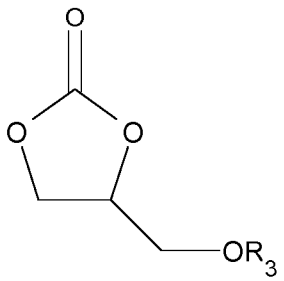
5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle R_1 et R_2, identiques, représentent un atome d'hydrogène ou un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier un groupe méthyle.

6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle :

- l'un des R_1 et R_2 représente un atome d'hydrogène ; et

- - l'autre des R_1 et R_2 représente un groupe C_{1-20}-alkyle ou C_{2-20}-alcényle, en particulier C_{1-12}-alkyle ou C_{2-12}-alcényle, linéaire ou ramifié, lesdits groupes éventuellement interrompus 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 substitués par un ou plusieurs groupes choisis parmi un groupe hydroxyle et un carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier le carbonate d'éthylène, ledit carbonate cyclique pouvant être lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 et 6, ledit composé étant de formule :



(Ia)

dans laquelle R_3 représente un groupe choisi parmi :

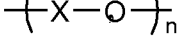
- un atome d'hydrogène ; et

- un groupe –A-R_6, dans lequel :

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

◦ R_6 représente un groupe C_{1-12}-alkyle, en particulier C_{1-8}-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 carbonates cycliques de 4 à 6

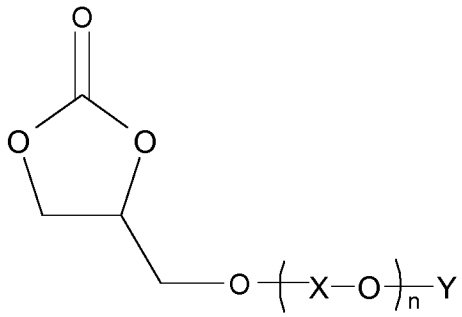
chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, lesdits carbonates cycliques pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle.

8. Utilisation selon la revendication précédente, dans laquelle R_3 intègre au moins un motif polyéther, en particulier un motif 

dans lequel :

- X, identiques ou différents, représentent un groupe C_{1-4}-alkylène, en particulier C_{1-3}-alkylène, de préférence X représentent $-(CH_2)_2-$ et/ou $-(CH_2-CH(CH_3))-$; et
- n est un entier allant de 2 à 10, en particulier de 2 à 8 et plus particulièrement de 2 à 4.

9. Utilisation selon la revendication 7 ou 8, ledit composé étant de formule (Ia-i) :

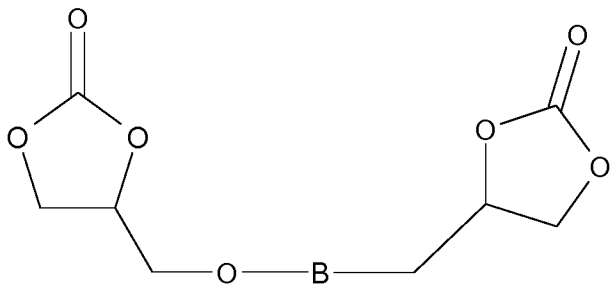


(Ia-i)

dans laquelle :

- Y représente un groupe C_{1-4}-alkyle, en particulier un méthyle ou éthyle, portant éventuellement un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène ; et
- X et n sont tels que définis en revendication 8.

10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, ledit composé étant de formule (Ia-ii) :



(Ia-ii)

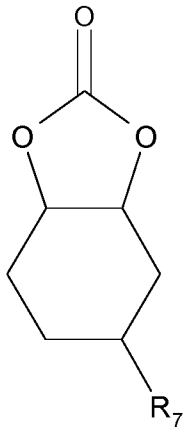
dans laquelle B représente :

◦ une liaison covalente, ou

◦ un groupe C_{1-10}-alkylène, en particulier C_{1-7}-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-,

en particulier B représente un motif polyéther, en particulier un motif $-\left(X-O\right)_n-$ avec X et n étant tels que définis en revendication 8.

11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, ledit composé étant de formule (Ib) :



(Ib)

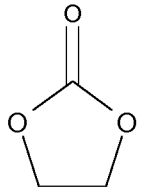
dans laquelle R_7 représente un groupe choisi parmi :

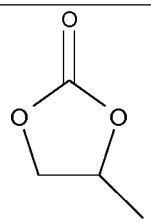
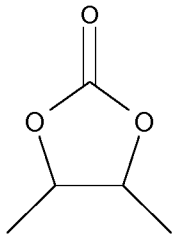
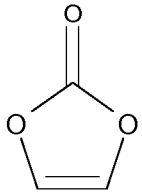
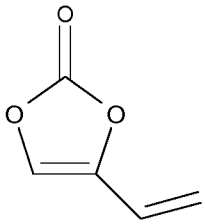
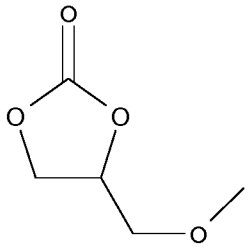
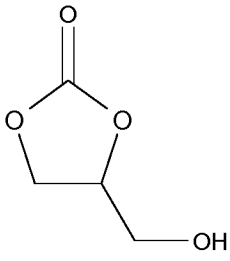
◦ un atome d'hydrogène,

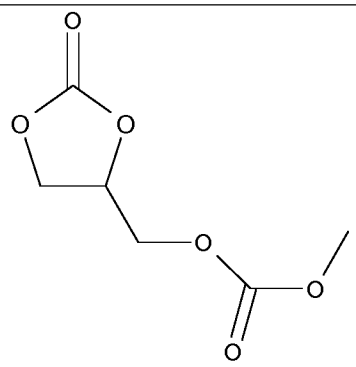
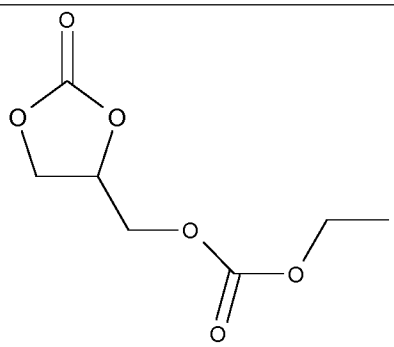
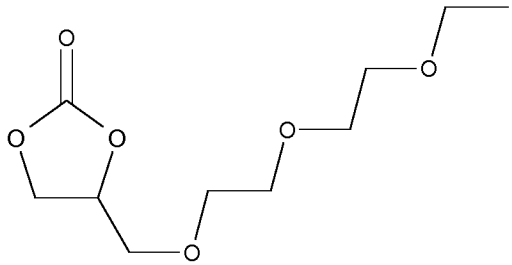
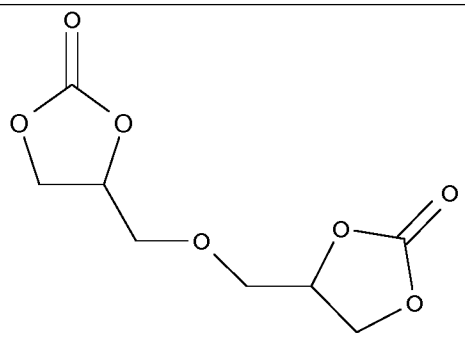
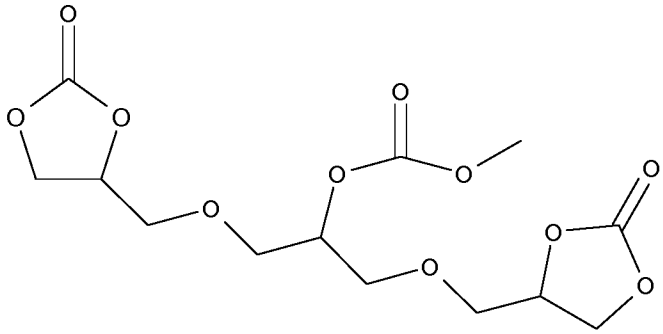
◦ un groupe C_{1-4}-alkyle, et

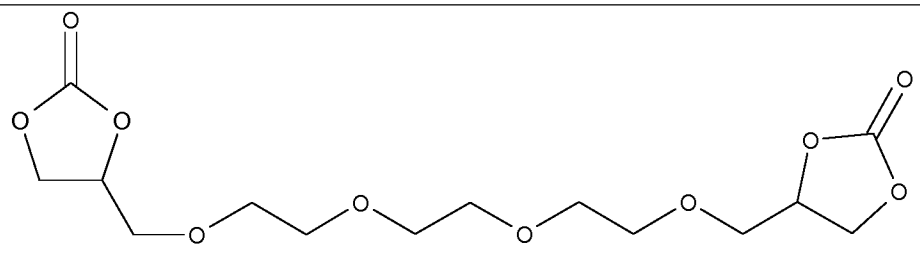
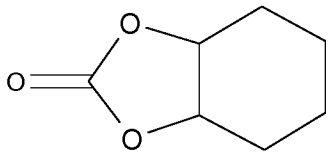
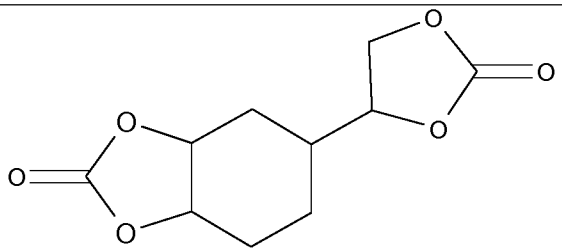
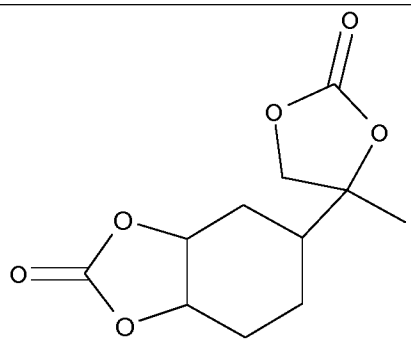
◦ un groupe carbonate cyclique de 4 à 6 chaînons, en particulier carbonate d'éthylène, éventuellement substitué par un ou plusieurs groupes C_{1-4}-alkyle, en particulier méthyle.

12. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, ledit composé de formule (I) étant choisi parmi les composés suivants :

n°1	

n°2	
n°3	
n°4	
n°5	
n°6	
n°7	

n°8	
n°9	
n°10	
n°11	
n°12	

n°13	
n°14	
n°15	
n°16	

13. Composition de carburant, en particulier carburant d'aviation, comprenant au moins un composé de formule (I) tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

14. Réceptacle contenant une composition de carburant telle que définie en revendication 13, ledit réceptacle étant en particulier un réservoir de carburant d'un engin de locomotion aérienne ou terrestre.

15. Engin de locomotion aérienne ou terrestre, en particulier avion, comportant un réservoir de carburant tel que défini en revendication 14.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C10L1/19
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 822 877 A (SHELL RES LTD) 4 November 1959 (1959-11-04) claims 1,8	13-15
X	US 2005/261144 A1 (NOTARI MARCELLO [IT] ET AL) 24 November 2005 (2005-11-24) claims 1,5,6	13-15
X Y	US 4 904 279 A (KANNE DIANE D [US] ET AL) 27 February 1990 (1990-02-27) column 2, line 7 - line 62; claims 1,6,9,10,16,20	1-7, 12-15 8-11
Y	US 6 458 176 B2 (YEH LISA I-CHING [US] ET AL) 1 October 2002 (2002-10-01) column 1, line 29 - column 3, line 42	8-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 September 2015	08/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pöllmann, Klaus

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/066303

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 822877 A	04-11-1959	BE 577436 A	28-09-2015
		CH 388014 A	15-02-1965
		DE 1077482 B	10-03-1960
		FR 1219795 A	19-05-1960
		GB 822877 A	04-11-1959
US 2005261144 A1	24-11-2005	AT 394389 T	15-05-2008
		AU 2003289887 A1	30-06-2004
		BR 0313876 A	19-07-2005
		CA 2501105 A1	24-06-2004
		CN 1694877 A	09-11-2005
		EP 1569923 A1	07-09-2005
		ES 2306908 T3	16-11-2008
		JP 4716732 B2	06-07-2011
		JP 2006515376 A	25-05-2006
		KR 20050089790 A	08-09-2005
		PT 1569923 E	14-08-2008
		US 2005261144 A1	24-11-2005
		US 2009036342 A1	05-02-2009
		WO 2004052874 A1	24-06-2004
US 4904279 A	27-02-1990	NONE	
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

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2015/066303

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C10L1/19
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
C10L

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 822 877 A (SHELL RES LTD) 4 novembre 1959 (1959-11-04) revendications 1,8	13-15
X	US 2005/261144 A1 (NOTARI MARCELLO [IT] ET AL) 24 novembre 2005 (2005-11-24) revendications 1,5,6	13-15
X Y	US 4 904 279 A (KANNE DIANE D [US] ET AL) 27 février 1990 (1990-02-27) colonne 2, ligne 7 - ligne 62; revendications 1,6,9,10,16,20	1-7, 12-15 8-11
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	8-11

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
28 septembre 2015	08/10/2015

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

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2015/066303

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 822877 A	04-11-1959	BE 577436 A	28-09-2015
		CH 388014 A	15-02-1965
		DE 1077482 B	10-03-1960
		FR 1219795 A	19-05-1960
		GB 822877 A	04-11-1959
US 2005261144 A1	24-11-2005	AT 394389 T	15-05-2008
		AU 2003289887 A1	30-06-2004
		BR 0313876 A	19-07-2005
		CA 2501105 A1	24-06-2004
		CN 1694877 A	09-11-2005
		EP 1569923 A1	07-09-2005
		ES 2306908 T3	16-11-2008
		JP 4716732 B2	06-07-2011
		JP 2006515376 A	25-05-2006
		KR 20050089790 A	08-09-2005
		PT 1569923 E	14-08-2008
		US 2005261144 A1	24-11-2005
		US 2009036342 A1	05-02-2009
		WO 2004052874 A1	24-06-2004
US 4904279 A	27-02-1990	AUCUN	
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