

**CARBURANT POUR MOTEUR A BASE D'UN MELANGE D'ALCOOL ET D'EAU
ET CONTENANT UN ADDITIF D'AMELIORATION DE LA COMBUSTION**

Domaine de l'invention

5 Le domaine de l'invention est celui des carburants pour moteur à combustion. Le carburant de l'invention fait partie des nouveaux carburants à impact réduit sur l'environnement, par exemple ceux communément appelés « e-fuels » lorsqu'ils sont fabriqués à partir d'électricité bas carbone, d'hydrogène à faible empreinte carbone, et/ou à partir de CO₂. Ils sont considérés comme une solution pour la décarbonation des transports. Le carburant de
10 l'invention est essentiellement composé d'un mélange d'alcool et d'eau, et fait ainsi partie des alternatives écologiques pour le remplacement des carburants fossiles. L'eau représente jusqu'à 15% en masse dudit mélange. L'eau a pour fonction de réduire la production d'oxydes d'azote dans les produits de combustion du moteur. L'alcool est donc le composé majoritaire du carburant. L'invention porte sur un additif qui, incorporé au mélange d'alcool
15 et d'eau, assure un meilleur allumage et une combustion plus rapide du carburant dans le moteur.

Etat de la technique

Le méthanol du type « e-fuels » représente une alternative à faible impact environnemental crédible pour remplacer prochainement les combustibles fossiles et biocombustibles pour les
20 moteurs à combustion. La combustion de ce méthanol ainsi produit conduit à un bilan neutre en CO₂. Le méthanol comme carburant a une densité énergétique utilisable dans des moteurs à combustion mais a un nombre de cétane faible. Son inflammation dans des moteurs à allumage par compression, de type diesel est problématique surtout aux faibles régimes moteurs. Différents moyens pour améliorer l'inflammation du méthanol dans un
25 moteur à inflammation par compression ont été décrits.

Le premier moyen est la co-injection dans le moteur d'un fuel pilote ou d'un additif avec le méthanol. Par exemple, la demande de brevet CN 214944586 décrit la co-injection d'un fuel pilote de type diesel avec le méthanol comme carburant principal. L'article scientifique
30 "Effect of Cetane Improvers on Gasoline, Ethanol, and Methanol Reactivity and the Implications for RCCI Combustion" (SAE International Journal of Fuels and Lubricants Vol. 6, No. 1 (April 2013), pp. 170-187) décrit la co-injection de nitrate de 2-éthylhexyle (NEH) avec un carburant composé essentiellement de méthanol à l'état gazeux. Au cours de la combustion dans un mode spécifique RCCI (de l'anglais « Reactivity Compression Controlled Ignition », en français « Allumage par compression à réactivité contrôlée »), un combustible

et un comburant à faible réactivité bien mélangés (généralement à de l'air) sont comprimés à l'état gazeux mais n'atteignent pas l'auto-inflammation. Plus tard, toujours pendant le cycle de compression, du carburant à haute réactivité, ici le NEH, est injecté pour former un mélange local de carburant à faible et à haute réactivité. Un taux massique de NEH de 7% co-injecté en présence méthanol gazeux est susceptible de conduire à une efficacité de combustion acceptable en comparaison avec un carburant de référence consistant en un mélange d'isooctane et de n-heptane. Ce type de procédé présente l'inconvénient majeur de nécessiter un pilotage de la co-injection selon les conditions de fonctionnement du moteur, des aménagements structurels comme des réservoirs et des systèmes d'injections séparés.

5

10 Aussi, l'utilisation d'un fuel comme combustible pilote génère des émissions de CO₂ avec un bilan négatif sur l'environnement.

Le deuxième moyen est un mélange de fuels avec le méthanol. Il est connu de mélanger en proportion minoritaire ou majoritaire des alcools, comme le méthanol ou l'éthanol, avec des fuels diesels fossiles ou synthétiques du type diméthyléther (DME) ou avec des essences.

15 Dans ce cas encore le bilan en émission CO₂ a un bilan négatif sur l'environnement.

Le troisième moyen est l'incorporation d'additif d'amélioration de l'inflammation en mélange avec le méthanol, éventuellement aussi en mélange avec un fuel diesel. De nombreuses demandes de brevets, comme les demandes de brevet CN 103865592 et CN 104232180, décrivent l'incorporation d'un cocktail d'additifs multifonctionnels en mélange dans le méthanol, éventuellement aussi en mélange avec un fuel. Ces additifs ont par exemple des fonctions de conservation, anticorrosion, d'amélioration de la combustion, de détergence. Ces additifs représentent en général au moins 10% de la masse du carburant. La proportion de méthanol dans le carburant est comprise entre 30% et 90% en masse selon les pourcentages massiques d'additifs et du fuel diesel en présence dans le carburant. Les effets

20

25 conjugués de ces additifs ne sont observés que de façon globale sans doser avec précision les quantités nécessaires. Il ne s'agit donc pas d'un carburant essentiellement composé de méthanol.

Il est par ailleurs connu de mélanger les carburants du type diesel, biodiesel et/ou alcool avec de l'eau (jusqu'à typiquement 15% en masse) pour réduire la production d'oxydes d'azote dans les produits de combustion de moteur à compression ou à étincelle. En revanche, l'ajout d'eau réduit la température de combustion et l'inflammabilité du carburant. Le brevet US 7 216 607 et l'article scientifique «Performance and NO_x Emissions of Spark Ignited Combustion Engines Using Alternative Fuels—Quasi One-Dimensional Modeling II.

30

Methanol Fueled Engine » (Combustion Science and Technology Volume 18, 1978 - Issue 5-6) décrivent ces effets d'ajout d'eau dans les carburants.

- Sur un autre plan, dans le domaine des carburants hydrocarbonés diesels ou bio-diesels, on connaît, de longue date, le nitrate de 2-éthylhexyle (NEH) utilisé comme additif
- 5 d'amélioration de cétane du carburant diesel. Une valeur de cétane plus élevée assure une consommation de carburant plus faible, à une réduction des particules et des émissions de NOx, à un démarrage plus rapide du moteur à froid, un cliquetis et un bruit de moteur réduits, ainsi qu'une réduction de l'usure du moteur. Le mécanisme réactionnel du NEH en présence d'un carburant hydrocarboné diesel a été étudié par exemple dans la publication scientifique
- 10 « The Autoignition Behavior of Surrogate Diesel Fuel Mixtures and the Chemical Effects of 2-Ethylhexyl Nitrate (2-EHN) Cetane Improver » (vol. 108, section 4 : Journal of fuels and lubricants (1999), pp. 1029-1045). Cependant, le mécanisme réactionnel de son effet d'amélioration de cétane de carburant diesel reste encore mal connu et son usage se base sur des lois empiriques. Pour cette raison, son efficacité sur d'autres carburants que les carburants
- 15 diesels ne peut donc pas être présupposée. Cet additif est produit de façon industrielle et largement utilisé dans les carburants diesels commercialisés. Plus de cinquante mille tonnes de NEH sont produites par an en Europe depuis les années 1980. D'autres nitrates d'alkyles peuvent aussi être utilisés comme additifs d'amélioration de l'indice de cétane de carburant diesel.
- 20 La demande de brevet EP 030 429 décrit un carburant comprenant un mélange de (A) au moins un alcool ayant un poids moléculaire moyen inférieur à 160 et (B) au moins un autre composé organique ou mélange de composés organiques qui ont ensemble une température d'inflammation spontanée inférieure à 450°C. Le composé (B) peut être, parmi plusieurs possibilités, un composé organique choisi parmi les composés azo, les tétrazines, les
- 25 composés nitroso, les composés nitro, les nitrates et les hyponitrites, étant entendu que ce composé (B) n'est pas entièrement constitué d'un nitrate alkyle en C₂-C₈. Il est à noter que le seul exemple de carburant contenant de l'eau ne contient pas de nitrate d'alkyle.

- La présente invention apporte une solution pour améliorer l'inflammation d'un carburant constitué essentiellement d'un mélange d'alcool et d'eau (appelé aussi dans la suite du
- 30 document mélange alcool/eau) dans des moteurs à combustion. Cette amélioration est obtenue en additionnant en faible proportion massique l'additif NEH seul avec le mélange alcool/eau. De façon plus étendue d'autres nitrates d'alkyles, dont le pouvoir d'amélioration de l'indice de cétane est connu de façon similaire au NEH pour un carburant diesel, sont aussi préconisés dans le cadre de la présente invention pour améliorer l'inflammation du

mélange méthanol/eau. Il est inattendu que des additifs connus pour augmenter l'indice de cétane d'un hydrocarbure diesel ou biodiesel puissent être aussi efficacement utilisés, à très faible pourcentage massique, pour améliorer l'allumage d'un alcool comme le méthanol en mélange avec de l'eau.

5 **Résumé de l'invention**

L'invention concerne un carburant liquide pour moteur à combustion, par auto-inflammation par compression ou par allumage à étincelle comprenant environ 95,0% à 99,9 % en masse d'un mélange d'alcool et d'eau et environ 0,01% à 5,0% en masse d'un composé pour améliorer le délai d'allumage du carburant, le mélange d'alcool et d'eau étant constitué de environ 1% à 15% en masse d'eau et environ 85% à 99% en masse d'alcool.

Ledit composé pour améliorer le délai d'allumage du carburant est un nitrate d'alkyle, qui est liquide à température ambiante, peu inflammable, non toxique et produit industriellement.

Ledit composé, à ces faibles taux en présence du mélange alcool/eau, est donc conventionnellement assimilé à un additif pour carburant.

L'addition dudit composé liquide au mélange alcool/eau est réalisée à l'état liquide pour former le carburant selon l'invention dans un réservoir. Il peut être aussi stocké séparément et mélangé avec le mélange alcool/eau pour former le carburant selon l'invention préalablement à son injection dans le moteur, ou co-injecté pour former le carburant selon l'invention dans une chambre de prémélange du moteur.

Ledit composé, du type nitrate d'alkyle, réservé jusqu'alors à l'amélioration de l'indice de cétane de carburants hydrocarbonés diesels fossiles ou biodiesels est donc utilisé avec efficacité et de façon surprenante comme additifs d'amélioration de l'inflammation de l'alcool en mélange avec de l'eau.

Brève description des figures

La figure 1 montre l'effet du NEH sur le délai d'allumage d'un mélange méthanol/eau, l'eau représentant 5 % en masse du mélange, avec une unique injection principale (points circulaires sur la figure) ou une micro-injection suivie d'une injection principale (points carrés sur la figure) dans le cylindre du moteur.

La figure 2 montre l'effet du NEH sur le délai d'allumage d'un mélange méthanol/eau, l'eau représentant 10 % en masse du mélange, avec une unique injection principale (points circulaires sur la figure) ou une micro-injection suivie d'une injection principale (points carrés sur la figure) dans le cylindre du moteur.

Description de l'invention

Aux fins de la présente divulgation, on entend par alcool un alcool comprenant de 1 à 4 atomes de carbone. Selon un mode de réalisation, l'alcool est le méthanol ou l'éthanol, avantageusement le méthanol.

- 5 La présente divulgation concerne un carburant pour moteur à combustion, à inflammation par compression ou par étincelle, qui comprend environ 95,0% à 99,9 % en masse d'un mélange d'alcool et d'eau, l'eau représentant de 1% à 15% en masse du mélange, et environ 0,01% à environ 5,0% en masse d'un nitrate d'alkyle.

Dans un mode de réalisation, le carburant comprend environ 0,1% à environ 3 % en masse
10 de nitrate d'alkyle.

Dans un mode de réalisation, le carburant de l'invention est constitué du mélange alcool/eau et du nitrate d'alkyle (et dans ce cas, la quantité de nitrate d'alkyle dans le carburant est d'au moins 0,1% en masse).

Dans un autre mode de réalisation, lorsque la somme de la quantité du mélange alcool/eau
15 et de la quantité de nitrate d'alkyle n'est pas égale à 100% en masse, le carburant peut contenir un ou plusieurs autres additifs pour compléter le carburant à 100%, comme par exemple des additifs avec des fonctions de conservation, anticorrosion ou de détergence.

Dans un mode de réalisation, le carburant conforme à l'invention ne comprend pas de dimère d'acide gras insaturé et/ou d'ester d'acide phosphoreux. Dans un autre mode de
20 réalisation, qui peut être combiné avec le précédent, le carburant conforme à l'invention ne comprend pas d'acide monocarboxylique aliphatique en C₈-C₂₀. Dans un autre mode de réalisation, qui peut être combiné avec les deux précédents, le carburant conforme à l'invention ne comprend pas de mélange d'hydrocarbures en C₄ et/ou en C₅/C₆ et/ou en C₅-C₇, ni de mélange d'essence avec au moins un desdits hydrocarbures.

25 Le nitrate d'alkyle, additionné au mélange alcool/eau, est plus particulièrement choisi parmi les nitrates d'alkyle linéaire comportant 4 à 36, avantageusement 4 à 24 atomes de carbone, les nitrates d'alkyle ramifié comportant 4 à 36, avantageusement 4 à 24 atomes de carbone, les nitrates d'alkyle cyclique (ou nitrate de cycloalkyle) comportant 5 à 18 atomes de carbone, et leurs mélanges. Dans un mode de réalisation, ledit nitrate d'alkyle est choisi
30 parmi le nitrate de 2-éthylhexyle, le nitrate d'hexyle, le nitrate de cyclohexyle, le nitrate de 2-octyle, le nitrate de n-nonyle, le nitrate d'isononyle, le nitrate de dodécyle, le nitrate de 2-propylheptyle, le nitrate de 2-tétradecyl-1-octadécyle, un mélange de nitrates d'alkyle ramifié en C₉-C₁₃, et leurs mélanges. Dans un mode de réalisation, le nitrate d'alkyle est le nitrate de

2-éthylhexyle seul ou en mélange avec un ou plusieurs autres nitrates d'alkyle tels que définis ci-dessus, avantageusement le nitrate d'alkyle est le nitrate de 2-éthylhexyle.

Selon un mode de réalisation, le composé pour l'amélioration de l'allumage du carburant, i.e. le nitrate d'alkyle, est mélangé à l'état liquide avec le mélange alcool/eau dans le réservoir
5 qui alimente le moteur, pour obtenir le carburant selon l'invention.

Selon un mode de réalisation, ledit nitrate d'alkyle d'une part, et le mélange alcool/eau d'autre part, sont stockés séparément, et mis en présence l'un de l'autre à l'état liquide dans un injecteur, formant ainsi le carburant selon l'invention avant que celui-ci ne soit acheminé dans la chambre de combustion du moteur.

10 Selon un mode de réalisation, ledit nitrate d'alkyle est stocké séparément du mélange alcool/eau et est co-injecté avec le mélange méthanol/eau pour former le carburant liquide selon l'invention dans une chambre de prémélange du moteur.

La présente divulgation concerne aussi l'utilisation d'un nitrate d'alkyle e, dans les proportions définies ci-dessus, comme agent d'amélioration de l'allumage d'un carburant à
15 base (constitué) d'alcool et d'eau.

La présente divulgation concerne aussi une méthode pour améliorer l'allumage d'un carburant à base (constitué) d'un mélange d'alcool et d'eau dans un moteur (notamment un moteur à combustion), la méthode comprenant l'ajout audit mélange d'un nitrate d'alkyle (tel que défini ci-dessus), dans les proportions définies ci-dessus. Dans un mode de réalisation,
20 le nitrate d'alkyle et le mélange alcool/eau sont mélangés dans un injecteur. Dans un mode de réalisation, le nitrate d'alkyle et le mélange alcool/eau sont mélangés dans une chambre de prémélange du moteur.

La présente divulgation concerne aussi un moteur (notamment un moteur à combustion) de véhicule (tel que voiture, poids lourd, tracteur, etc.) ou de navire (tel que pétrolier, porte-
25 conteneurs, etc.) contenant un carburant tel que défini ci-dessus. La présente divulgation concerne aussi un véhicule ou navire comprenant un moteur tel que défini ci-dessus.

La présente divulgation est illustrée par les exemples ci-après, donnés à titre indicatif.

Exemples

Les performances du carburant selon l'invention par rapport à un carburant composé
30 uniquement de méthanol et d'eau ont été mesurées avec un moteur de laboratoire expérimental à inflammation par compression, mono cylindre de volume 0,499 L à injection directe en ciblant une pression moyenne indiquée (PMI) de 3 Bars à 1500 tours/min. Après avoir passé 100 cycles (nécessaires aux calculs à venir pour avoir une moyenne cohérente des valeurs), les valeurs des paramètres de fonctionnements du moteur sont mesurées. En

même temps, il est possible d'enregistrer 20 cycles de mesure de polluants, chacun espacés de 5 secondes pour avoir une moyenne représentative des émissions de différents cycles. A partir des valeurs récupérées précédemment, on extrait les grandeurs caractérisant la combustion du carburant et le fonctionnement du moteur suivantes :

- 5 - dAI délai d'Auto-Inflammation (ms),
- la Pression Moyenne Indiquée (PMI)
- la Covariance de la PMI (COVPMI),
- l'angle CA1,
- l'angle CA50,
- 10 - la durée de combustion,
- les polluants (NOx, CO, H2O, HC),
- le taux de dégagement de chaleur.

L'ajout dudit composé avec le mélange méthanol/eau améliore l'ensemble des grandeurs de combustion et de fonctionnement du moteur par rapport à un carburant constitué
15 uniquement d'un mélange méthanol/eau. Les performances du carburant de l'invention peuvent être encore améliorées en pilotant l'injection du carburant avec des injections multiples à chaque cycle du moteur, par exemple avec une ou des micro-injection(s) dites pilote(s) puis une injection principale.

Le délai d'allumage en fonction de la température d'admission du carburant est la valeur
20 résultante des essais qui est présentée ci-après pour illustrer dans les exemples suivants les avantages de l'invention.

Le délai d'allumage dAI est défini selon la formule suivant dans laquelle Pc est la pression appliquée au carburant injecté :

$$dAI = t \left(\frac{dP}{dt_{max}} \right) - t(P_c)$$

25 Exemple 1

Cet exemple porte sur l'amélioration par ajout du composé NEH des performances de combustion en moteur d'un mélange constitué de 95% en masse de méthanol et de 5 % en masse d'eau.

On a déterminé les délais d'allumage en fonction de la température d'admission (de 313 K à
30 473 K), à une pression Pc de 300 bars, d'un carburant selon l'invention constitué de 99 % en masse de mélange méthanol/eau, l'eau représentant 5 % en masse du mélange, et de 1 % en masse de NEH et pour une richesse de 0,25 de mélange avec l'air. Les résultats sont

montrés sur la figure 1 avec les points de référence du délai d'allumage du mélange méthanol/eau (en ratio massique 95%/5%) seul. On observe une réduction importante des délais d'allumage du carburant contenant du NEH, par rapport au carburant méthanol/eau. Cette réduction du délai d'allumage par rapport à celui du carburant méthanol/eau seul est

5 d'autant plus importante que la température est faible. Pour un fonctionnement avec une seule injection principale, à une température d'admission de 403 K, le délai d'allumage du carburant de l'invention selon le présent exemple est environ 3 fois inférieur à celui du carburant de référence comprenant du méthanol et de l'eau. Le carburant de l'invention s'enflamme même à des températures d'admission basses inférieures à 403 K, jusqu'à 373 K

10 avec un délai d'inflammation de 2 ms, pour lesquelles le mélange méthanol/eau ne s'enflamme pas.

Dans des conditions d'injections multiples comportant une micro-injection (d'une durée de 400 μ s à un angle de vilebrequin de -25°) puis une injection principale (d'une durée de 1500 μ s à un angle de vilebrequin de -15°), on observe une amélioration des caractéristiques de

15 combustion du mélange méthanol/eau qui s'enflamme à 373 K avec un délai d'allumage d'environ 1,75 ms. La combustion du mélange méthanol/eau dans ces conditions et à cette température est donc proche à celle du carburant méthanol/eau avec ajout de 1% en masse de NEH en fonctionnement avec une seule injection principale. En dessous de 373 K, le mélange méthanol/eau ne s'enflamme pas. En revanche, le carburant comprenant 1% en

20 masse de NEH s'enflamme pour des températures aussi basses que 313 K avec un délai d'allumage d'environ 1,2 ms.

Exemple 2

Cet exemple porte sur l'amélioration des performances par ajout de NEH de la combustion en moteur d'un mélange constitué de 90% en masse de méthanol et de 10 % en masse

25 d'eau.

On a déterminé les délais d'allumage en fonction de la température d'admission (entre 313 K et 463 K), à une pression P_c de 300 bars, d'un carburant selon l'invention constitué de 98 % en masse de mélange méthanol/eau, l'eau représentant 10 % en masse du mélange, et de 2 % en masse de NEH et pour une richesse de 0,25 de mélange avec l'air. Les résultats sont

30 montrés sur la figure 2 avec les points de référence du délai d'allumage du mélange méthanol/eau seul. Pour un ajout de 1% en masse de NEH, on observe une amélioration des performances en combustion du carburant pour des températures d'admission inférieures à 433 K. Pour une température d'admission de 413 K, le carburant qui contient 1% en masse de NEH a un délai d'allumage environ 1,5 fois plus faible que le carburant de référence

- méthanol/eau. Pour une température d'admission de 413 K avec un taux massique de 2% de NEH, le délai d'allumage à cette température est 2 fois plus faible que celle du mélange méthanol/eau. A une température d'admission de 403 K, le mélange méthanol/eau ne s'enflamme pas, alors que les carburants contenant 1% en masse de NEH et 2% en masse
- 5 de NEH s'enflamment respectivement avec un délai d'environ 4 ms et 2,2 ms.
- Dans ces conditions d'injections multiples comportant une micro-injection (d'une durée de 400 µs à un angle de vilebrequin de -25°) puis une injection principale (d'une durée de 1500 µs à un angle de vilebrequin de -15°), on observe une amélioration des caractéristiques de combustion du mélange méthanol/eau qui s'enflamme à 393 K avec un délai d'allumage
- 10 d'environ 3,5 ms. En dessous de 393 K, le mélange méthanol/eau ne s'enflamme pas. En revanche, le carburant comprenant 1% en masse de NEH s'enflamme pour des températures aussi basses que 383 K avec un délai d'allumage d'environ 1,5 ms. La carburant comprenant 2% en masse de NEH s'enflamme lui jusqu'à 333 K avec un délai d'allumage d'environ 1,75 ms.
- 15 Les résultats des exemples 1 et 2 sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1

Méthanol/eau % massique	% massique de NEH	Injection unique	Micro- injection suivie d'une injection principale	Température minimale d'inflammation (K)	Délai d'allumage (ms)
95%/5%	0	X		403	4
	1%	X		373	2
	0		X	373	1,75
	1%		X	313	1,25
90%/10%	0	X		413	3,5
	1%	X		403	4
	2%	X		403	2,2
	0		X	393	3,5
	1%		X	383	1,5
	2%		X	333	1,75

- Ces exemples montrent que l'utilisation de nitrate d'alkyle en faible pourcentage massique permet d'améliorer de manière significative le délai d'allumage d'un carburant à base d'alcool et d'eau. De façon plus générale, l'ajout d'un composé de type nitrate d'alkyle dans un mélange alcool/eau améliore l'ensemble des performances du carburant dans un moteur à
- 5 combustion, tout en maintenant des émissions limitées d'oxydes d'azote, et ce jusqu'à des températures d'admission proche de la température ambiante. Rien ne pouvait laisser supposer que des additifs connus pour augmenter l'indice de cétane d'un hydrocarbure diesel ou biodiesel puissent être aussi efficacement utilisés, en très faible quantité, pour améliorer l'allumage d'un alcool en mélange avec de l'eau.

Revendications

1. Carburant pour moteur à combustion comprenant 95,0% à 99,9% en masse d'un mélange à l'état liquide d'alcool et d'eau, l'eau représentant de 1% à 15% en masse du mélange, et de 0,01% à 5,0% en masse d'un nitrate d'alkyle à l'état liquide, ledit nitrate d'alkyle étant un nitrate d'alkyle linéaire comportant de 4 à 36 atomes de carbone, un nitrate d'alkyle ramifié comportant de 4 à 36 atomes de carbone, un nitrate d'alkyle cyclique comportant de 5 à 18 atomes de carbone, ou un mélange de ces nitrates.
2. Carburant selon la revendication 1, comprenant 95,0% à 99,9% en masse de mélange d'alcool et d'eau et 0,1% à 3% en masse de nitrate d'alkyle.
3. Carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel le nitrate d'alkyle est choisi parmi le nitrate de 2-éthylhexyle, le nitrate d'hexyle, le nitrate de cyclohexyle, le nitrate de 2-octyle, le nitrate de n-nonyle, le nitrate d'isononyle, le nitrate de dodécyle, le nitrate de 2-propylheptyle, le nitrate de 2-tétradecyl-1-octadécyle, le nitrate d'iso-nonyle à iso-tridécyle, et leurs mélanges.
4. Carburant selon la revendication 3, dans lequel le nitrate d'alkyle est le nitrate de 2-éthylhexyle.
5. Carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'alcool est le méthanol ou l'éthanol.
6. Carburant selon la revendication 5, dans lequel l'alcool est le méthanol.
7. Procédé d'obtention d'un carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, qui comprend le mélange à l'état liquide du nitrate d'alkyle avec un mélange liquide d'alcool et l'eau.
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'alcool, l'eau et le nitrate d'alkyle sont mélangés dans un réservoir de moteur.

9. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le mélange d'alcool et d'eau et le nitrate d'alkyle sont mélangés dans un injecteur.
10. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le mélange d'alcool et d'eau et le nitrate d'alkyle sont mélangés dans une chambre de prémélange d'un moteur.
11. Utilisation d'un nitrate d'alkyle à l'état liquide, à raison de 0,01% à 5,0% en masse, dans un carburant liquide à base d'alcool et d'eau, comme agent d'amélioration de l'allumage dudit carburant, ledit nitrate d'alkyle étant un nitrate d'alkyle linéaire comportant de 4 à 36 atomes de carbone, un nitrate d'alkyle ramifié comportant de 4 à 36 atomes de carbone, un nitrate d'alkyle cyclique comportant de 5 à 18 atomes de carbone, ou un mélange de ces nitrates.
12. Utilisation selon la revendication 11, dans laquelle l'alcool est le méthanol ou l'éthanol, de préférence le méthanol.
13. Utilisation selon la revendication 11 ou la revendication 12, dans laquelle le nitrate d'alkyle est tel que défini dans l'une quelconque des revendications 3 à 4.
14. Méthode pour améliorer l'allumage, dans un moteur à combustion, d'un carburant comprenant de 95,0% à 99,9% en masse d'un mélange d'alcool et d'eau à l'état liquide, comprenant l'ajout audit mélange d'un nitrate d'alkyle à l'état liquide, à raison de 0,01% à 5,0% en masse, ledit nitrate d'alkyle étant un nitrate d'alkyle linéaire comportant de 4 à 36 atomes de carbone, un nitrate d'alkyle ramifié comportant de 4 à 36 atomes de carbone, un nitrate d'alkyle cyclique comportant de 5 à 18 atomes de carbone, ou un mélange de ces nitrates.
15. Méthode selon la revendication 14, dans laquelle le nitrate d'alkyle est tel que défini dans l'une quelconque des revendications 3 à 4.
16. Méthode selon la revendication 14 ou la revendication 15, dans laquelle l'alcool est le méthanol ou l'éthanol, de préférence le méthanol.

17. Moteur à combustion comprenant un carburant tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 6.