

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 140 091**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②1 N° d'enregistrement national : **22 09794**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **C 10 L 3/06** (2022.01), C 01 C 1/00, 1/18

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②2 **Date de dépôt** : 27.09.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 29.03.24 Bulletin 24/13.

⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

**Demande(s) d'extension** :

⑦1 **Demandeur(s)** : TotalEnergies OneTech SAS — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : OBRECHT Nicolas et CALLU CYRILLE.

⑦3 **Titulaire(s)** : TotalEnergies OneTech SAS.

⑦4 **Mandataire(s)** : Casalonga.

⑤4 **Composition de carburant ou de combustible à base d'ammoniac comprenant un additif nitrate.**

⑤7 La présente invention a pour objet une composition de carburant ou de combustible comprenant de l'ammoniac et au moins un additif choisi parmi le nitrate d'ammonium et les organo-nitrates.

Cette composition est utile pour alimenter tout dispositif servant à produire de l'énergie par combustion.

L'invention a également pour objet une méthode de production d'énergie comprenant l'alimentation d'un dispositif de production d'énergie par combustion (tel que notamment un moteur à combustion interne ou une chaudière industrielle) au moyen d'une telle composition.

FR 3 140 091 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Composition de carburant ou de combustible à base d'ammoniac comprenant un additif nitrate**

[0001] La présente invention concerne une composition de carburant ou de combustible à base d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) comprenant un additif particulier de la famille des nitrates. L'invention concerne également l'utilisation d'une telle composition comme carburant ou comme combustible destiné à alimenter un système de production d'énergie par combustion tel qu'un moteur thermique ou une chaudière.

#### **ETAT DE L'ART ANTERIEUR**

[0002] Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre générées par la combustion de carburants à base d'hydrocarbures, la communauté internationale étudie l'utilisation de carburants alternatifs à faible émissions de dioxyde de carbone. Dans cette perspective, l'ammoniac est considéré comme une solution intéressante notamment pour les secteurs des transports (notamment le transport maritime) et de la production d'électricité dans les turbines à gaz.

[0003] L'ammoniac présente de multiples avantages, incluant de manière non limitative :

- Il s'agit d'un carburant entièrement décarboné qui peut être produit via différentes technologies, y compris à partir d'hydrogène d'origine renouvelable ;
- Sa combustion ne génère pas d'émissions de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ , de gaz soufrés ( $\text{SO}_x$ ), d'hydrocarbures imbrûlés, de particules ;
- Il peut être utilisé dans des moteurs et des dispositifs de chauffage existant, moyennant des adaptations mineures.

[0004] Toutefois, une difficulté importante rencontrée jusqu'à présent réside dans les performances de combustion médiocres de l'ammoniac lors de son utilisation dans les systèmes de combustion. En effet, les essais réalisés jusqu'à présent en utilisant des mélanges d'air et d'ammoniac ont mis en évidence des vitesses de flamme faibles et une énergie minimale d'inflammation importante.

[0005] Ces phénomènes ont un impact négatif sur les systèmes de combustion utilisant l'ammoniac comme carburant. Ils limitent l'efficacité de la combustion et diminuent les plages d'opérabilité des systèmes qu'ils alimentent (par exemple dans le cas d'un moteur : limitation du régime moteur, limitation de la puissance développée). Ils engendrent une augmentation de la consommation d'énergie nécessaire pour initier la combustion, et génèrent des émissions indésirables d'ammoniac et d'oxyde d'azote à l'échappement.

[0006] Une solution proposée dans l'art antérieur consiste à ajouter de l'hydrogène gazeux à l'ammoniac, soit par ajout direct (comme décrit par exemple dans la publication de

Frigo S et al intitulée «Further Insight into the Possibility to Fuel a SI Engine with Ammonia plus Hydrogen », SAE Technical Paper Series. SAE International 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA, United States, 2014 ou la publication de Mørch CS et al intitulée « Ammonia/hydrogen mixtures in an SI-engine: Engine performance and analysis of a proposed fuel system », Fuel 2011, 90(2):854–64), soit par craquage d'une partie de l'ammoniac en hydrogène comme décrit par exemple dans la demande de brevet US2017/348659.

- [0007] L'inconvénient de cette solution est qu'elle nécessite soit l'utilisation d'une réserve importante d'hydrogène dans ou à proximité du système alimenté par l'ammoniac, soit l'installation coûteuse d'un système de craquage en ligne de l'ammoniac.
- [0008] D'autres travaux ont proposé l'ajout de méthane ou de diméthyle éther (DME) à l'ammoniac, ou l'ajout de fractions de carburant carbonés classiques tels que le gazole ou l'essence. Toutefois, ces ajouts engendrent des émissions de CO<sub>2</sub> issues de la dégradation des bases hydrocarbonées lors de la combustion.
- [0009] La demande WO 2021/030876 décrit une composition de carburant comprenant un mélange d'ammoniac et d'une solution aqueuse de sucre (notamment du fructose, du glucose ou du sucrose), qui présente de meilleures propriétés de combustion.
- [0010] Toutefois, il est nécessaire d'employer des sucres à des teneurs importantes, supérieures à 10% de la composition de carburant, pour obtenir des résultats satisfaisants. L'utilisation de telles compositions représente donc un coût relativement important, et augmente les émissions de CO<sub>2</sub> issues de la dégradation des sucres lors de la combustion.
- [0011] La présente invention vise à remédier aux problèmes décrits ci-avant, et notamment au problème des performances médiocres de combustion des carburants à base d'ammoniac.
- [0012] La Demanderesse a maintenant découvert que l'ajout à l'ammoniac d'un additif particulier permettait d'atteindre ces objectifs.
- [0013] La présente invention a ainsi pour objet une composition de carburant ou de combustible comprenant de l'ammoniac et au moins un additif choisi parmi le nitrate d'ammonium et les organo-nitrates.
- [0014] Cette composition présente une meilleure réactivité, ce qui permet d'améliorer ses performances de combustion.
- [0015] En particulier, la présente invention permet de réduire de manière très importante le délai d'auto-inflammation des compositions de carburant à base d'ammoniac, qui est un bon indicateur de la réactivité chimique du mélange carburant lors du processus de combustion. Le niveau d'énergie minimale d'inflammation est également réduit de manière substantielle.
- [0016] La présente invention ne nécessite pas d'utiliser des quantités importantes de l'additif

défini ci-avant, des teneurs de l'ordre du dixième de pourcent en masse étant déjà efficaces.

[0017] De plus, la combustion de la composition selon l'invention ne conduit pas à des émissions substantielles de CO<sub>2</sub>.

[0018] La présente invention a également pour objet l'utilisation d'une telle composition comme carburant ou comme combustible dans un dispositif de production d'énergie par combustion tel que notamment un moteur à combustion interne ou une chaudière.

[0019] La présente invention a enfin pour objet une méthode de production d'énergie comprenant l'alimentation d'un dispositif de production d'énergie par combustion (tel que notamment un moteur à combustion interne ou une chaudière) au moyen d'une composition selon l'invention.

[0020] D'autres objets, caractéristiques, aspects et avantages de l'invention apparaîtront encore plus clairement à la lecture de la description et des exemples qui suivent.

[0021] Dans ce qui va suivre, et à moins d'une autre indication, les bornes d'un domaine de valeurs sont comprises dans ce domaine, notamment dans les expressions « compris entre » et « allant de ... à ... ».

Par ailleurs, les expressions « au moins un » et « au moins » utilisées dans la présente description sont respectivement équivalentes aux expressions « un ou plusieurs » et « supérieur ou égal ».

Enfin, de manière connue en soi, on désigne par composé ou groupe en C<sub>N</sub> un composé ou un groupe contenant dans sa structure chimique N atomes de carbone.

## **DESCRIPTION DETAILLEE**

[0022] La composition de carburant ou de combustible

La composition selon l'invention est à base d'ammoniac, qui est son principal constituant.

[0023] Par ammoniac, on désigne de manière connue en soi le composé de formule chimique NH<sub>3</sub>. Il s'agit donc de l'ammoniac anhydre et non pas de l'ammoniaque qui de manière également connue en soi désigne une solution liquide d'ammoniac dont la formule est généralement notée NH<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>OH, ou encore NH<sub>3</sub> aqueux.

[0024] Par « ammoniac anhydre », on entend que l'ammoniac ne comprend pas d'eau en teneurs substantielles. Cependant, la présence d'eau en faible teneur (inférieure à 2% en masse) dans l'ammoniac n'est pas exclue de la portée de l'invention. De l'eau peut être par exemple présente en faible quantité pour réduire les risques de corrosion des pièces (notamment d'acier) en contact avec la composition.

[0025] De préférence, la teneur en eau de la composition selon l'invention est inférieure à 2% en masse, plus préférentiellement inférieure à 1% en masse et mieux encore inférieure à 0,5% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.

- [0026] La composition selon l'invention peut comprendre de l'ammoniac à l'état liquide, à l'état gazeux, ou sous ces deux états (notamment sous forme d'un équilibre liquide et gaz), selon les conditions de température et de pression auxquelles elle se trouve. En particulier, à une pression supérieure à 10 bar à température ambiante ou à une température inférieure à -33°C à pression ambiante, l'ammoniac se trouve à l'état liquide. Cette forme est préférée.
- [0027] De préférence, l'ammoniac est au moins en partie à l'état liquide, et de préférence totalement à l'état liquide.
- [0028] La teneur en ammoniac de la composition est avantageusement supérieure ou égale à 60% en masse, de préférence supérieure ou égale à 70% en masse, plus préférentiellement supérieure ou égale à 80% en masse, encore plus préférentiellement supérieure ou égale à 90% en masse et mieux encore supérieure ou égale à 94% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.
- [0029] L'additif  
La composition comprend au moins un additif choisi parmi le nitrate d'ammonium et les organo-nitrates.
- [0030] De manière connue en soi, le nitrate d'ammonium est un composé ionique de formule  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .
- [0031] Les organo-nitrates utilisables dans la présente invention sont avantageusement des composés de formule (I) suivante :
- $\text{R-NO}_3$  (I)
- avec R désignant un radical hydrocarboné linéaire ou ramifié, saturé ou insaturé, cyclique ou acyclique, comprenant de 1 à 12 atomes de carbone, et pouvant éventuellement comprendre un ou plusieurs hétéroatomes.
- [0032] R peut notamment désigner un radical aromatique ou non, et comprendre un ou plusieurs hétéroatomes tels que notamment O et/ou N.
- [0033] Selon un mode de réalisation préféré, le ou les additifs sont choisis parmi les nitrates d'alkyle. Les nitrates d'alkyle utilisables dans la présente invention sont avantageusement des composés de formule (II) suivante :
- $\text{R}_1\text{-NO}_3$  (II)
- avec  $\text{R}_1$  désignant un radical alkyle ou cyclo-alkyle comprenant de 1 à 12 atomes de carbone.
- [0034] Comme nitrates d'alkyle, on peut citer par exemple le nitrate de méthyle, le nitrate d'éthyle, le nitrate de propyle, le nitrate d'iso-propyle, les nitrates de butyle (incluant le nitrate de n-butyle, le nitrate de 1-méthyl-propyle, le nitrate de 2-méthyl-propyle, le nitrate de tert-butyle, le nitrate de cyclobutyle), les nitrates de pentyle (par exemple le nitrate d'amyle, le nitrate d'iso-amyle, le nitrate de 2-amyle, le nitrate de 3-amyle), le nitrate d'hexyle, le nitrate d'heptyle, le nitrate de 2-heptyle, le nitrate d'octyle, le

nitrate d'iso-octyle, le nitrate de 2-éthyl-hexyle, le nitrate de nonyle, le nitrate de décyle, le nitrate d'undécyle, le nitrate de dodécyle, le nitrate de cyclopentyle, le nitrate de cyclohexyle, le nitrate de méthyl-cyclohexyle, et les mélanges de ces composés.

- [0035] Le nitrate d'iso-propyle et le nitrate de 2-éthyl-hexyle sont préférés, et le nitrate de 2-éthyl-hexyle est particulièrement préféré.
- [0036] La teneur totale en additif(s) choisi parmi le nitrate d'ammonium et les organo-nitrates de la composition selon l'invention est avantageusement comprise dans la gamme allant de 0,01% (100 ppm) à 8% en masse, de préférence de 0,02% (200 ppm) à 7% en masse, plus préférentiellement de 0,05% (500 ppm) à 5,5% en masse, et mieux encore de 0,1% à 5% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.
- [0037] Selon un mode de réalisation préféré, la teneur en nitrate de 2-éthyl-hexyle de la composition est comprise dans la gamme allant de 0,01% (100 ppm) à 8% en masse, de préférence de 0,02% (200 ppm) à 7% en masse, plus préférentiellement de 0,05% (500 ppm) à 5,5% en masse, et mieux encore de 0,1% à 5% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.
- [0038] La composition selon l'invention peut comprendre en outre tout composé additionnel, par exemple d'autres bases, hydrocarbonées ou non, différentes de l'ammoniac et/ou d'autres additifs différents des nitrates d'alkyle décrits ci-avant.
- [0039] La composition selon l'invention peut être préparée par simple mélange de ces ingrédients. Elle est stable au stockage.
- [0040] Elle peut être préparée et stockée dans un réservoir en vue de son utilisation ultérieure, ou préparée extemporanément (c'est-à-dire immédiatement avant son utilisation), par mélange de l'ammoniac et du ou des additifs dans le circuit d'admission du carburant ou du combustible dans la chambre de combustion.
- [0041] L'utilisation  
La composition selon l'invention est utile comme carburant ou comme combustible pour alimenter tout dispositif servant à produire de l'énergie par combustion.
- [0042] Selon un premier mode de réalisation, la composition selon l'invention est utilisée comme carburant pour alimenter un moteur à combustion interne.
- [0043] Dans ce mode de réalisation, selon une première variante avantageuse, la composition selon l'invention est utilisée comme carburant pour alimenter une turbine à gaz.
- [0044] De manière connue en soi, une turbine à gaz, également dénommée turbine à combustion, est une machine tournante thermodynamique de la famille des moteurs à combustion interne, et qui peut être employée à des fins de propulsion, de production d'électricité, ou comme moteur stationnaire (par exemple pour entraîner des pompes, des compresseurs,...).

- [0045] Selon une seconde variante également avantageuse, la composition selon l'invention est utilisée comme carburant pour alimenter un moteur à pistons.
- [0046] Dans cette variante, la composition est utile pour alimenter tout moteur à piston connu, incluant les moteurs embarqués et les moteurs stationnaires. L'invention s'applique notamment tant à des moteurs marins, de poids lourds, d'engins de chantiers ou d'engins agricoles tels que par exemple des tracteurs, les véhicules de transport en commun (bus, train,...) qu'à des moteurs de véhicules légers, ainsi qu'à des moteurs employés dans des applications industrielles stationnaires.
- [0047] Le moteur à piston peut être en particulier choisi parmi les moteurs à allumage par compression ou moteurs Diesel, les moteurs à allumage commandé (incluant les moteurs essence, les moteurs GNV ou gaz naturel pour véhicules et les moteurs à hydrogène), les moteurs à carburation mixte (en anglais « dual fuel »).
- [0048] De préférence, la composition selon l'invention est utilisée pour alimenter un moteur à allumage par compression ou moteur Diesel, et plus préférentiellement un moteur à allumage par compression à carburation mixte (également dénommé couramment moteur « dual fuel »). Dans cette utilisation, la composition de carburant selon l'invention alimente le moteur en combinaison avec un autre carburant différent de celle-ci, tel que par exemple de l'hydrogène et/ou un carburant hydrocarboné, de préférence un carburant hydrocarboné. Le carburant hydrocarboné peut être choisi parmi les carburants d'origine pétrolière et notamment les gazoles et les fiouls plus ou moins lourds, les carburants biosourcés (notamment issus de la biomasse), et les mélanges de ces deux types de carburants. Selon un mode de réalisation préféré, le carburant hydrocarboné est choisi parmi les carburants à base de fiouls lourds (tels que les carburants marins), les carburants biosourcés et leurs mélanges.
- [0049] Les deux carburants sont injectés dans des proportions différentes en fonction de la puissance demandée au moteur. Le carburant hydrocarboné est avantageusement injecté dans le moteur pour initier la combustion, par auto-inflammation d'un mélange d'air et d'une petite quantité de gazole appelée injection pilote. Le carburant selon l'invention est injecté en mélange avec de l'air pour alimenter la combustion.
- [0050] De manière particulièrement préféré, le moteur à allumage par compression à carburation mixte est un moteur marin (c'est-à-dire un moteur équipant un navire).
- [0051] Les moteurs à carburation mixte sont typiquement alimentés dans l'art antérieur par des combinaisons de carburants de type gazole/essence, gazole/GPL, gazole/GNV, ou encore gazole/éthanol. Dans le cas d'un moteur marin, l'alimentation du moteur à carburation mixte est notamment effectuée au moyen de combinaisons de type fioul lourd / gaz naturel, fioul lourd / méthanol, fioul lourd / ammoniac.
- [0052] L'utilisation d'une combinaison de carburant hydrocarboné et de carburant selon l'invention permet de réduire de manière importante les émissions de CO<sub>2</sub> ainsi que

l'encrassement du moteur, par rapport aux combinaisons de carburant de l'art antérieur.

- [0053] Dans le cas par exemple d'un moteur marin à carburation mixte alimenté par une combinaison de type fioul lourd / ammoniac, l'amélioration de la réactivité du carburant à base d'ammoniac permet de réduire la quantité d'injection pilote du fioul lourd dans la chambre de combustion pour initier la combustion et ainsi réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liée à cette injection pilote.
- [0054] Selon un second mode de réalisation, la composition selon l'invention est utilisée comme carburant pour alimenter une chaudière industrielle.
- [0055] Le premier mode de réalisation est préféré. De manière particulièrement préférée, la composition selon l'invention est utilisée comme carburant pour alimenter un moteur à allumage par compression à carburation mixte (moteur « dual fuel ») ou une turbine à gaz (également dénommée turbine à combustion).
- [0056] La méthode  
La méthode de production d'énergie selon la présente invention comprend l'alimentation d'un dispositif de production d'énergie par combustion au moyen d'une composition de carburant ou de combustible telle que décrite ci-avant.
- [0057] Le dispositif de production d'énergie peut être choisi parmi tout dispositif existant, incluant de manière non limitative les moteurs à combustion interne et les chaudières industrielles tels que décrits ci-avant.
- [0058] De préférence, le dispositif de production d'énergie est choisi parmi les moteurs à allumage par compression et les turbines à gaz (ou turbines à combustion).
- [0059] Selon une première variante, la méthode selon l'invention comprend l'alimentation dudit dispositif de production d'énergie au moyen de la composition selon l'invention à partir d'un réservoir la contenant.
- [0060] Selon un second mode de réalisation, la méthode selon l'invention comprend :
- (1) une étape de mélange d'ammoniac et d'au moins un additif appartenant à la famille des nitrates d'alkyle ; puis
  - (2) l'injection du mélange issu de l'étape (1) dans la chambre de combustion dudit dispositif de production d'énergie.
- [0061] L'étape (1) de mélange peut être réalisée par exemple dans le circuit d'admission du carburant vers la chambre de combustion, par exemple en injectant ledit additif dans le flux d'ammoniac alimentant le moteur, en amont de la chambre de combustion.
- [0062] Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, le dispositif de production d'énergie est un moteur à allumage par compression à carburation mixte (ou moteur « dual fuel »). Dans ce mode de réalisation, la méthode selon l'invention comprend l'alimentation du moteur à allumage par compression par la composition de carburant selon l'invention et par un autre carburant différent de cette dernière, de préférence un

carburant hydrocarboné tel que décrit ci-avant.

[0063] Les exemples ci-après sont donnés à titre d'illustration de l'invention, et ne sauraient être interprétés de manière à en limiter la portée.

[0064] **EXEMPLES**

La réactivité d'une composition de carburant est caractérisée par son délai d'auto-inflammation qui peut être mesuré au moyen d'une machine à compression rapide. Dans les exemples qui suivent, les conditions de fonctionnement de la machine à compression rapide ont été réglées de façon à maintenir une température de 800K et de 80 bar ( $8 \cdot 10^6$  Pa) dans la zone de combustion. Le délai d'auto-inflammation est déterminé par la durée entre la mise sous pression du carburant dans la chambre de combustion et le démarrage de la combustion détecté à l'aide d'un capteur de pression situé dans la chambre.

[0065] Quatre compositions de carburant notées A à D ont été préparées à partir d'ammoniac anhydre ( $\text{NH}_3$ ) et de nitrate de 2-éthyl-hexyle (EHN). Le carburant de référence noté R est constitué d'ammoniac, et les carburants A à D selon l'invention contiennent du nitrate de 2-éthyl-hexyle dans différentes proportions.

[0066] Pour chaque composition, le délai d'auto-inflammation dans la machine à compression rapide a été déterminé.

[0067] Le tableau 1 ci-dessous décrit les différentes compositions testées ainsi que le délai d'auto-inflammation obtenu pour chacune.

[0068] [Tableaux1]

Composition	R	A	B	C	D
Teneur en EHN (% en moles)	-	0,01	0,05	0,1	0,5
Teneur en $\text{NH}_3$ (% en moles)	100	99,99	99,95	99,90	99,50
Teneur en EHN (% en masse)	-	0,1	0,5	1,0	4,9
Teneur en $\text{NH}_3$ (% en masse)	100	99,9	99,5	99,0	95,1
Délai d'auto-inflammation (en ms)	5830	2330	225	40	1

[0069] Les compositions A, B, C et D procurent toutes des réductions très importantes du délai d'auto-inflammation en comparaison avec la composition de référence R.

## Revendications

- [Revendication 1] Composition de carburant ou de combustible comprenant de l'ammoniac et au moins un additif choisi parmi le nitrate d'ammonium et les organo-nitrates.
- [Revendication 2] Composition selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'ammoniac est au moins en partie à l'état liquide, et de préférence totalement à l'état liquide.
- [Revendication 3] Composition selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que sa teneur en ammoniac est supérieure ou égale à 60% en masse, de préférence supérieure ou égale à 70% en masse, plus préférentiellement supérieure ou égale à 80% en masse, encore plus préférentiellement supérieure ou égale à 90% en masse et mieux encore supérieure ou égale à 94% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.
- [Revendication 4] Composition selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'additif est choisi parmi les nitrates d'alkyle de formule (II) suivante :
- $$R_1\text{-NO}_3 \text{ (II)}$$
- avec  $R_1$  désignant un radical alkyle ou cyclo-alkyle comprenant de 1 à 12 atomes de carbone.
- [Revendication 5] Composition selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle contient du nitrate d'iso-propyle et/ou du nitrate de 2-éthyl-hexyle, et de préférence du nitrate de 2-éthyl-hexyle.
- [Revendication 6] Composition selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que sa teneur en nitrate d'alkyle est comprise dans la gamme allant de 0,01% à 8% en masse, de préférence de 0,02% à 7% en masse, plus préférentiellement de 0,05% à 5,5% en masse, par rapport à la masse totale de la composition.
- [Revendication 7] Utilisation d'une composition telle que définie dans l'une quelconque des revendications précédentes comme carburant ou comme combustible dans un dispositif de production d'énergie par combustion, de préférence choisi parmi un moteur à combustion interne et une chaudière, notamment une chaudière industrielle.
- [Revendication 8] Utilisation selon la revendication précédente, comme carburant pour alimenter une turbine à gaz.
- [Revendication 9] Utilisation selon la revendication 7, comme carburant pour alimenter un moteur à pistons, de préférence choisi parmi les moteurs à allumage par

- compression, les moteurs à allumage commandé et les moteurs à carburation mixte.
- [Revendication 10] Utilisation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le moteur à pistons est un moteur à allumage par compression, de préférence un moteur à allumage par compression à carburation mixte.
- [Revendication 11] Utilisation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le moteur à allumage par compression à carburation mixte est un moteur marin.
- [Revendication 12] Utilisation selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisée en ce que ladite composition de carburant alimente le moteur en combinaison avec un carburant hydrocarboné de préférence choisi parmi les carburants d'origine pétrolière, les carburants biosourcés et les mélanges de ces deux types de carburants ; et plus préférentiellement choisi parmi les carburants à base de fiouls lourds, les carburants d'origine biosourcés et leurs mélanges.
- [Revendication 13] Méthode de production d'énergie comprenant l'alimentation d'un dispositif de production d'énergie par combustion au moyen d'une composition telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 6.
- [Revendication 14] Méthode selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le dispositif de production d'énergie est choisi parmi les moteurs à allumage par compression et les turbines à gaz.
- [Revendication 15] Méthode selon la revendication précédente, caractérisée en ce que dispositif de production d'énergie est un moteur à allumage par compression à carburation mixte et en ce qu'elle comprend l'alimentation du moteur par ladite composition de carburant et par un autre carburant différent de cette dernière, de préférence un carburant hydrocarboné.

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

**FA 910151**  
**FR 2209794**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	<p>US 2 393 594 A (DAVIS CLYDE O) 29 janvier 1946 (1946-01-29)</p> <p>* page 1, colonne de gauche, ligne 28 - ligne 51 *</p> <p>* page 1, colonne de droite, ligne 49 - page 2, colonne de gauche, ligne 10 *</p> <p>* revendications *</p> <p>-----</p>	<p>1, 2, 4, 7, 9-11, 13, 14</p>	<p>C10L3/06 C01C1/00 C01C1/18</p>
X	<p>WO 2011/091335 A2 (NHTHREE LLC [US]) 28 juillet 2011 (2011-07-28)</p> <p>* alinéas [0002], [0009] - [0012], [0014], [0015] *</p> <p>-----</p>	<p>1-3, 7-9, 13, 14</p>	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p>
X	<p>GRAY ET AL: "Ammonia Fuel-Engine Compatibility and Combustion", SAE 2010 COMMERCIAL VEHICLE ENGINEERING CONGRESS SAE TECHNICAL PAPERS, SAE INTERNATIONAL, US, vol. 660156, 1 février 1966 (1966-02-01), pages 1-18, XP009162288, ISSN: 0148-7191, DOI: 10.4271/660156</p>	<p>1-4, 7, 9-15</p>	
Y	<p>* page 4, colonne de gauche, alinéa 2 - page 8, colonne de droite, alinéa 1 *</p> <p>* figures 3-10 *</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	<p>1, 5</p>	<p>C10L</p>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 mai 2023		Keipert, Olaf	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

**FA 910151**  
**FR 2209794**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	<p><b>GRAY ET AL: "Ammonia Application to Reciprocating Engines. Appendix", FINAL TECHNICAL REPORT, CONTINENTAL AVIATION AND ENGINEERING CORPORATION, DETROIT, US</b></p> <p>, vol. II, no. 1054 1 mai 1967 (1967-05-01), pages 1-251, XP009534855, Extrait de l'Internet: URL:https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD0706860 [extrait le 2022-04-05]</p>	1, 3, 4, 6, 7, 13	<p><b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b></p>
Y	<p>* page 3, alinéa 1 *</p> <p>* page 16 *</p> <p>* page 19 *</p> <p>-----</p>	1, 5	
Y	<p>US 2011/023351 A1 (POIRIER MARC-ANDRE [CA] ET AL) 3 février 2011 (2011-02-03)</p> <p>* revendications 1-3 *</p> <p>-----</p>	1, 5	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>3 mai 2023</b>		<b>Keipert, Olaf</b>	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2209794 FA 910151**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-05-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2393594</b>	<b>A</b>	<b>29-01-1946</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				
<b>WO 2011091335</b>	<b>A2</b>	<b>28-07-2011</b>	<b>US 2011197500 A1</b>	<b>18-08-2011</b>
			<b>WO 2011091335 A2</b>	<b>28-07-2011</b>
-----				
<b>US 2011023351</b>	<b>A1</b>	<b>03-02-2011</b>	<b>CA 2767928 A1</b>	<b>03-02-2011</b>
			<b>EP 2459687 A1</b>	<b>06-06-2012</b>
			<b>JP 2013501090 A</b>	<b>10-01-2013</b>
			<b>SG 177658 A1</b>	<b>28-02-2012</b>
			<b>US 2011023351 A1</b>	<b>03-02-2011</b>
			<b>WO 2011014424 A1</b>	<b>03-02-2011</b>
-----				