

(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
05 décembre 2019 (05.12.2019)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/229331 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C10L 1/04 (2006.01) C10L 1/08 (2006.01)
C10L 1/06 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2019/051154

(22) Date de dépôt international :
21 mai 2019 (21.05.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1854570 29 mai 2018 (29.05.2018) FR

(71) Déposant : TOTAL MARKETING SERVICES [FR/FR]
; 24 Cours Michelet, 92800 Puteaux (FR).

(72) Inventeurs : BEDEL, Didier ; 7714 Janak Drive, Houston,
Texas 77055 (US). RAPAUD, Jean-Louis ; 5 Quai Frédéric
Mistral, 38200 Vienne (FR). TORT, Frédéric ; 2 Clos
de la Pinette, 69530 Brignais (FR).

(74) Mandataire : CORIZZI, Valérie ; PACT-IP, 37 rue
Royale, 92210 Saint-Cloud (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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, 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, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))

Publiée:

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

(54) Title: FUEL COMPOSITION AND METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : COMPOSITION DE CARBURANT ET PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(57) Abstract: The subject matter of the invention relates to a fuel composition that comprises: a) at least one hydrocarbon cut having: - an initial distillation temperature greater than or equal to 180°C, - a final distillation temperature less than or equal to 280°C, - a content in aromatic compounds that is less than 1% in volume (%v/v), and at least one lubricating additive. The subject matter of the invention also relates to the use of the hydrocarbon cut as fuel for an internal combustion engine, preferably as fuel for a diesel engine. The subject matter of the invention also relates to a method for operating an internal combustion engine with low polluting and/or toxic exhaust emissions, and/or suitable for use under extreme temperature conditions.

(57) Abrégé : L'objet de l'invention concerne une composition de carburant qui comprend : a) au moins une coupe hydrocarbonée présentant : - une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, - une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, - une teneur en composés aromatiques inférieure à 1% en volume (%v/v), et b) au moins un additif de lubrification. L'objet de l'invention concerne également l'utilisation de la coupe hydrocarbonée comme carburant pour moteur à combustion interne, de préférence comme carburant pour moteur Diesel. L'objet de l'invention concerne également un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à faible émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques, et/ou adapté à une utilisation dans des conditions de températures extrêmes.



WO 2019/229331 A1

COMPOSITION DE CARBURANT ET PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR A
COMBUSTION INTERNE

5 L'invention concerne une composition de carburant adaptée à une utilisation dans des conditions de températures extrêmes et permettant de réduire les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques lors de sa combustion dans un moteur à combustion interne.

L'invention concerne également l'utilisation d'une coupe hydrocarbonée comme carburant
10 pour moteur à combustion interne, de préférence comme carburant pour moteur diesel.

L'invention concerne également un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à faibles émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques, et/ou adapté à une utilisation dans des conditions de températures extrêmes.

15

ETAT DE L'ART ANTERIEUR

Il est connu que des conditions climatiques sévères détériorent les propriétés des carburants, notamment lorsque les carburants sont utilisés et/ou stockés à basse température. En particulier, les véhicules non routiers (en anglais « off-road ») et/ou les moteurs stationnaires,
20 notamment les moteurs de dispositifs industriels dotés d'un moteur à combustion interne sont souvent utilisés dans des conditions extrêmes de températures, par exemple dans un environnement où les températures sont extrêmement basses, parfois inférieures à -40°C, à -45°C, voire à -50°C. L'ajout d'additifs dans le carburant permet généralement de pallier ces problèmes. Néanmoins, ces solutions sont coûteuses et il est plus difficile de contrôler la
25 constance des performances du fait d'une certaine variabilité du taux d'additivation. En effet, la méthode d'additivation utilisée peut varier, notamment d'un pays à l'autre, ce qui induit des variations de performance en matière de tenue à froid entre les différents lots de carburant additivé. Il existe donc un besoin de proposer un carburant ayant une bonne tenue à froid tout en garantissant la stabilité et la fiabilité des performances de tenue à froid du
30 carburant quelle que soit l'origine du lot de carburant utilisé.

Les carburants, en particulier, les carburants pour véhicules non routiers et/ou les moteurs stationnaires peuvent être stockés sur une longue période de temps. Les risques de développement bactérien sont de fait augmentés. Dans le cas d'une contamination, les bacs de stockage doivent alors être vidés et traités, ce qui implique des coûts de maintenance importants. Actuellement, ces problèmes sont résolus par l'ajout d'additifs dans le carburant, notamment d'additifs antioxydants et/ou d'additifs de stabilité au stockage et/ou de biocides ayant une action antibactérienne. Néanmoins, ces solutions sont coûteuses et il est plus difficile de contrôler la constance des performances du fait d'une certaine variabilité du taux d'additivation. Il existe donc également un besoin de proposer un carburant remédiant à ces inconvénients.

En particulier, il subsiste le besoin de proposer une composition de carburant :

- apte à être stockée sur une longue période sans que ses qualités intrinsèques ne soient altérées,
- peu sensible aux développements bactériens, pour éviter les opérations de maintenance lourdes et coûteuses,
- qui garantisse la stabilité et la fiabilité des performances quelle que soit l'origine du lot de carburant utilisé, et
- qui permette un gain en puissance et/ou une baisse de la consommation.

Il est également connu que la combustion d'un carburant dans un moteur à combustion interne produit des émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques, par exemple, des émissions de particules, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de dioxyde de carbone (CO₂) et/ou d'oxydes d'azote (NO_x). Or, les contraintes environnementales deviennent de plus en plus sévères. En outre, les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques ont un impact négatif en matière de sécurité sanitaire, notamment pour des applications en milieu confiné. Il existe donc un besoin de proposer des carburants dits « propres » permettant de réduire ces émissions d'échappement et de respecter ainsi les normes/préconisations imposées par les gouvernements comme par exemple celles de la réglementation de l'Agence Américaine de l'Environnement (en anglais « United States Environmental Protection Agency »), notée US EPA.

Le document WO 01/48120 A1 décrit une composition de carburant pour moteur diesel comprenant un carburant de base comme constituant majoritaire, et un additif polymérique comme constituant minoritaire. US 2012/046506 A1 concerne des carburants de synthèse, notamment obtenus par le procédé Fischer-Tropsch. L'objectif de ce document est de fournir des compositions de carburant pour moteur diesel présentant une stabilité à l'oxydation améliorée tout en étant constituées essentiellement de paraffines. US 2012/138508 A1 concerne le domaine des carburants de synthèse, notamment obtenus par le procédé Fischer-Tropsch. Ces carburants sont majoritairement constitués de paraffines et présentent une faible teneur en composés aromatiques. Les compositions de carburant enseignées par US 2012/138508 permettent un gonflement amélioré des joints en caoutchouc. US 2006/111599 A1 appartient au domaine des carburants pour moteur diesel et divulgue des carburéacteurs utilisés dans l'aviation. US 2010/154733 A1 appartient au domaine des carburants diesel et divulgue une composition de carburant comprenant un carburant de base de type diesel, et un alkyl ester d'acide gras présentant une saturation inférieure à 7%. Les documents WO 2015/044281 et WO 2015/181131 divulguent des fractions de gazoles synthétiques obtenues par le procédé de Fischer-Tropsch. Ces fractions de gazole peuvent être utilisées pour de nombreuses applications, notamment pour la préparation de fluides fonctionnels. Aucun de ces documents ne divulgue de composition de carburant répondant aux caractéristiques de l'invention.

OBJET DE L'INVENTION

L'objet de l'invention concerne une composition de carburant qui remédie aux inconvénients de l'art antérieur.

L'objet de l'invention concerne en particulier une composition de carburant adaptée à une utilisation dans des conditions de températures extrêmes, en particulier à basse température, de préférence à une température inférieure ou égale à -40°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à -45°C, et encore plus préférentiellement inférieure ou égale à -50°C.

D'autres avantages associés à l'utilisation d'une composition de carburant selon l'invention sont notamment, et de façon indépendante :

- une bonne stabilité au stockage, notamment au stockage sur une période prolongée,
- une faible sensibilité à l'oxydation, et

- une faible sensibilité au développement bactérien.

La composition de carburant selon l'invention permet en outre de réduire les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques, en particulier, les émissions de particules, les
5 émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et/ou les émissions d'oxydes d'azote (NO_x).

La composition de carburant selon l'invention permet, notamment, de respecter les normes US EPA en matière d'émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques.

10

Un autre objet de l'invention consiste à proposer une composition carburant permettant un gain en puissance et/ou une baisse de la consommation de carburant par comparaison avec un carburant de référence.

15 L'objet de l'invention concerne une composition de carburant qui comprend :

a) au moins une coupe hydrocarbonée présentant :

- une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C,

20 - une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C, et

- une teneur en composés aromatiques, mesurée selon la norme ASTM D1319, inférieure ou égale à 1% en volume (%v/v), et

b) au moins un additif de lubrifiante,

les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées
25 selon la norme ASTM D86.

De préférence, la teneur en composés aromatiques de la coupe hydrocarbonée, mesurée selon une méthode de détection UV, est inférieure ou égale à 150 ppm.

30 Plus préférentiellement, la composition de carburant selon l'invention comprend :

a) au moins une coupe hydrocarbonée présentant :

- une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence

supérieure ou égale à 190°C,

- une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C, et

- une teneur en composés aromatiques, mesurée selon une méthode de détection UV,

5 inférieure ou égale à 150 ppm en masse, et

b) au moins un additif de lubrifiante,

les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées selon la norme ASTM D86.

10 Selon un mode de réalisation particulier, la composition de carburant comprend, en outre, au moins un additif procétane.

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée a un point d'écoulement, mesuré selon la norme ASTM D97, inférieur ou égal à -40°C, de préférence inférieur ou égal à -45°C, plus
15 préférentiellement inférieur ou égal à -50°C, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à -70°C.

Selon un mode de réalisation, la coupe hydrocarbonée a un taux de soufre, mesuré selon la norme D5453, inférieur ou égal à 10 ppm, de préférence inférieur ou égal à 5 ppm, plus
20 préférentiellement inférieur ou égal à 2 ppm.

Selon un mode de réalisation préféré, la coupe hydrocarbonée a un intervalle de distillation, mesuré selon la norme ASTM D86, inférieur ou égal à 100°C, de préférence inférieur ou égal à 80°C, plus préférentiellement inférieur ou égal à 60°C, encore plus préférentiellement
25 inférieur ou égal à 50°C.

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée a un pourcentage massique en iso-paraffines supérieur ou égal à 20 %, de préférence allant de 20 à 50%, plus préférentiellement allant de 25 à 32%.

30

Selon un mode de réalisation, la coupe hydrocarbonée comprend des composés hydrocarbonés dont la chaîne hydrocarbonée comprend de 9 à 17 atomes de carbone, de

préférence de 10 à 16 atomes de carbone, plus préférentiellement de 11 à 14 atomes de carbone.

De préférence, selon ce mode de réalisation, la coupe hydrocarbonée est essentiellement constituée de composés hydrocarbonés dont la chaîne hydrocarbonée comprend de 9 à 17 atomes de carbone, de préférence de 10 à 16 atomes de carbone, plus préférentiellement de 11 à 14 atomes de carbone.

Selon un mode de réalisation préféré, la composition de carburant comprend au moins un additif anti-statique.

Avantageusement, l'additif anti-statique est choisi parmi le groupe consistant en les succinimides, les alkénysuccinimides, les polyisobutylènes succinimides (PIBSI), les polyamines, notamment les polyisobutylènes amines (PIBA), les polyamides, les polysulfonates, les ammoniums quaternaires présentant notamment une chaîne polyisobutylène et, les mélanges de polysulfones et de composés aminés tels que les polyamines polymériques.

Avantageusement, l'additif procétane est choisi parmi le groupe constitué par les nitrates d'alkyle en C₄-C₂₀, de préférence le nitrate de 2-éthylhexyle ; les peroxydes d'aryle en C₁-C₂₀, de préférence le peroxyde de benzyle et les peroxydes d'alkyle en C₄-C₂₀, de préférence le peroxyde de ter-butyle.

Selon un premier mode de réalisation, l'additif de lubrifiante est choisi parmi le groupe constitué par les acides carboxyliques ayant au moins une chaîne hydrocarbonée aliphatique en C₄-C₃₄, de préférence en C₈-C₂₄, plus préférentiellement en C₁₀-C₂₀, les dérivés hydrocarbonés en C₄-C₃₄ d'acides carboxyliques mono- et polycycliques tels que les acides alkylsalicyliques en C₁-C₂₀ et leurs dérivés ester ou amide, seuls ou en mélange.

De préférence selon ce mode de réalisation, l'additif de lubrifiante est choisi parmi le groupe constitué par les acides gras ayant une chaîne hydrocarbonée linéaire, saturée ou insaturée

en C₄-C₃₄, de préférence en C₈-C₂₄, plus préférentiellement en C₁₀-C₂₀, et leurs dérivés ester ou amide, seuls ou en mélange.

Encore plus préférentiellement, toujours selon ce mode de réalisation, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les acides gras d'huile de Tall (TOFA) et les dérivés ester ou amide de ces acides gras, seuls ou en mélange.

Selon un second mode de réalisation, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les esters d'acides carboxyliques ayant au moins une chaîne hydrocarbonée aliphatique en C₄-C₃₄, de préférence en C₈-C₂₄, plus préférentiellement en C₁₀-C₂₀, de préférence les esters d'acides gras et les esters d'oligomères tels que les esters de polyols, seuls ou en mélange.

De préférence, selon ce second mode de réalisation, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les mono-, di- et tri-glycérides d'un acide gras, seuls ou en mélange.

L'invention concerne également l'utilisation comme carburant dans un moteur à combustion interne, de préférence comme carburant pour moteur diesel, d'une coupe hydrocarbonée présentant :

- une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C,

- une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C, et

- une teneur en composés aromatiques, mesurée selon la norme ASTM D1319, inférieure ou égale à 1% en volume (%v/v),

les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées selon la norme ASTM D86.

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée présente :

- une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C,

- une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C, et

- une teneur en composés aromatiques, mesurée selon une méthode de détection UV, inférieure ou égale à 150 ppm en masse, les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées selon la norme ASTM D86.

5

Selon un mode de réalisation préféré, la coupe hydrocarbonée est utilisée pour réduire les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques du moteur à combustion interne, de préférence pour réduire au moins une des émissions d'échappement choisies parmi les émissions de particules, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le dioxyde de carbone (CO₂) et les oxydes d'azote (NO_x).

10

Selon un mode de réalisation préféré, la coupe hydrocarbonée est utilisée sous la forme d'une composition de carburant telle que définie précédemment.

15

De préférence, selon ce mode de réalisation, la composition de carburant comprend en outre au moins un additif procétane tel que défini ci-dessus, et éventuellement au moins un additif anti-statique tel que défini précédemment.

20

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée, éventuellement additivée, notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus et de façon détaillée ci-dessous, est utilisée comme carburant dans un moteur à combustion interne pour réduire, dans les gaz d'échappement dudit moteur à combustion, le taux :

25

- de dioxyde de carbone (CO₂), mesurée par NDIR, d'au moins 1%, plus préférentiellement d'au moins 2%, encore plus préférentiellement d'au moins 3% et/ou,
- d'oxydes d'azote (NO_x), mesurée par (CLD), d'au moins 2%, plus préférentiellement d'au moins 3%, encore plus préférentiellement d'au moins 5% et/ou,
- de particules, mesurée selon la procédure (PM) Gravimétrique Analyse de l'US EPA, d'au moins 10%, de préférence d'au moins à 13%, encore plus préférentiellement d'au moins 20%,
- d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), mesurée selon la méthode EPA TO-13A, d'au moins 80%.

30

Selon un mode de réalisation avantageux, l'utilisation de la coupe hydrocarbonée, éventuellement additivée notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus et de façon détaillée ci-dessous, comme carburant dans un moteur à combustion interne permet :

- 5 - d'augmenter le gain en puissance du moteur à combustion interne, de préférence d'au moins 0,4%, et/ou
- de diminuer la consommation de carburant du moteur à combustion interne, de préférence d'au moins 0,7%.

10 Avantageusement, le moteur à combustion interne est un moteur Diesel.

Le moteur à combustion interne est, de préférence, choisi parmi les moteurs de véhicules non routiers et les moteurs stationnaires, notamment les moteurs de dispositifs industriels.

15 Selon un mode de réalisation préféré, le moteur à combustion interne est un moteur Diesel, de préférence choisi parmi les moteurs de véhicules non routiers et/ou les moteurs stationnaires utilisés ou destinés à être utilisés en milieu confiné, par exemple sur des chantiers miniers.

20 L'objet de l'invention concerne également un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à faibles émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques, et/ou adapté à une utilisation dans des conditions de températures extrêmes, en particulier à température externe ambiante très basse, préférentiellement inférieure ou égale à -40°C, de préférence inférieure ou égale à -45°C, encore plus préférentiellement inférieure ou égale à -
25 50°C comprenant l'alimentation du moteur à combustion interne avec une coupe hydrocarbonée telle que définie ci-dessus et de façon détaillée ci-dessous, éventuellement sous la forme d'une composition de carburant telle que décrite ci-dessus et de façon détaillée ci-dessous, et la combustion de la coupe hydrocarbonée ou de la composition de carburant.

30 Selon un développement préféré, le moteur est un moteur Diesel, de préférence choisi parmi les moteurs de véhicules non routiers et les moteurs stationnaires, notamment les moteurs de dispositifs industriels.

DESCRIPTION DETAILLEE

Dans la suite de la description, il est entendu que lorsque l'on utilise :

- le terme « compris entre », on inclut les bornes de la gamme concernée,
- l'unité exprimé en ppm, est massique sauf indication contraire.

5 L'expression « consiste essentiellement en » suivie d'une ou plusieurs caractéristiques, signifie que peuvent être inclus dans le procédé ou la composition de l'invention, outre les composants ou étapes explicitement énumérés, des composants ou des étapes qui ne modifient pas significativement les propriétés et caractéristiques de l'invention.

10 L'invention concerne tout d'abord une composition de carburant comprenant :
- au moins une coupe hydrocarbonée, et
- au moins un additif de lubrifiante.

La coupe hydrocarbonée

15 La coupe hydrocarbonée représente, de préférence, au moins 90% massique de la composition de carburant, plus préférentiellement de 95 à 99,99% massique de la composition de carburant, encore plus préférentiellement de 98 à 99,99% massique de la composition de carburant.

20 La coupe hydrocarbonée présente une température initiale de distillation, mesurée selon la norme ASTM D86, supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C.

Par « température initiale de distillation » on entend au sens de l'invention la température la plus basse à laquelle des constituants de la coupe hydrocarbonée s'évaporent. Une coupe
25 hydrocarbonée présentant une température initiale de distillation supérieure ou égale à T_0 ne comprend pas de composés présentant une température d'ébullition $T < T_0$.

La coupe hydrocarbonée présente une température finale de distillation, mesurée selon la norme ASTM D86, inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270°C, et
30 encore plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C.

Par « température finale de distillation » on entend au sens de l'invention la température la plus élevée à laquelle des constituants de la coupe hydrocarbonée s'évaporent. Une coupe hydrocarbonée présentant une température finale de distillation inférieure ou égale à T_0 ne comprend donc pas de composés présentant une température d'ébullition $T > T_0$.

5

De telles coupes hydrocarbonées peuvent être obtenues de la façon suivante.

La coupe hydrocarbonée selon l'invention est, de préférence, choisie parmi les coupes hydrocarbonées issues du pétrole brut et les coupes hydrocarbonées d'origine synthétique.

10

Selon une première variante préférée, la coupe hydrocarbonée est issue du pétrole brut.

De préférence, selon cette première variante, la coupe hydrocarbonée est issue de la distillation du pétrole brut, de préférence issue de la distillation atmosphérique et/ou de la distillation sous vide du pétrole brut, encore plus préférentiellement issue de la distillation atmosphérique suivie de la distillation sous vide du pétrole brut.

15

Avantageusement, toujours selon cette première variante, la coupe hydrocarbonée mise en œuvre dans la composition de l'invention est obtenue par un procédé comprenant des étapes d'hydrotraitement, d'hydrocraquage et/ou de craquage catalytique. Typiquement ces étapes sont réalisées dans une unité de type hydrocraqueur de raffinerie encore appelé DHC pour « Distillate HydroCracker » en anglais – Hydrocraqueur de Distillats. Les unités DHC permettent la mise en œuvre d'une ou plusieurs étapes de désulfurisation et/ou de démétallation et/ou d'hydrocraquage des distillats issus de la distillation atmosphérique et/ou de la distillation sous vide.

20

La coupe hydrocarbonée mise en œuvre dans la composition de l'invention est, de préférence, obtenue par un procédé comprenant, outre les étapes décrites précédemment, une ou plusieurs étapes de déaromatisation et éventuellement de désulfuration.

25

De préférence, la coupe hydrocarbonée obtenue après la ou les étapes de distillation et d'hydrocraquage est choisie parmi les coupes kérosène. La coupe hydrocarbonée est de préférence une coupe kérosène issue de la distillation atmosphérique et/ou de la distillation sous vide du pétrole brut suivie d'un procédé comprenant une ou plusieurs étapes d'hydrotraitement et/ou d'hydrocraquage et/ou de craquage catalytique, suivies éventuellement d'étapes de déaromatisation et/ou de distillation.

30

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée est une coupe kérosène issue de la distillation atmosphérique et de la distillation sous vide du pétrole brut suivie d'un procédé comprenant des étapes d'hydrotraitement et/ou d'hydrocraquage et/ou de craquage catalytique, suivies d'étapes de déaromatisation et de distillation.

5

La coupe hydrocarbonée peut également consister en un mélange de coupes hydrocarbonées ayant subi les étapes décrites ci-dessus.

10

Selon une seconde variante, la coupe hydrocarbonée est choisie parmi les coupes hydrocarbonées d'origine synthétique. Les coupes hydrocarbonées d'origine synthétique résultent généralement de la transformation du gaz naturel ou du gaz de synthèse issu de la biomasse et/ou du charbon.

15

De préférence, la coupe hydrocarbonée est une coupe hydrocarbonée issue de la distillation du pétrole brut.

20

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée a un intervalle de distillation, mesuré selon la norme ASTM D86, inférieur ou égal à 100°C, de préférence inférieur ou égal à 80°C, plus préférentiellement inférieur ou égal à 60°, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à 50°C.

25

Par « intervalle de distillation » d'une coupe hydrocarbonée on entend, au sens de l'invention, la différence entre la température finale de distillation et la température initiale de distillation de la coupe hydrocarbonée.

La coupe hydrocarbonée a, de préférence, un pourcentage en paraffines allant de 20 à 85%, plus préférentiellement de 25 à 80%, encore plus préférentiellement allant de 35 à 70%, et avantageusement de 40 à 60%, par rapport à la masse totale de la coupe hydrocarbonée.

30

La coupe hydrocarbonée a, de préférence, un pourcentage massique en n-paraffines allant de 0,1 à 40 %, plus préférentiellement allant de 8 à 30 %, encore plus préférentiellement allant de 15 à 25 %, par rapport à la masse totale de la coupe hydrocarbonée.

La coupe hydrocarbonée a, de préférence, un pourcentage massique en iso-paraffines supérieur ou égal à 20 %, de préférence allant de 20 à 50%, plus préférentiellement allant de 20 à 35%, par rapport à la masse totale de la coupe hydrocarbonée.

- 5 La coupe hydrocarbonée a, de préférence, un pourcentage massique en naphtènes allant de 15 à 80 %, préférentiellement de 20 à 70 %, plus préférentiellement allant de 30 à 65 %, encore plus préférentiellement allant de 40 à 60%, par rapport à la masse totale de la coupe hydrocarbonée.
- 10 Les pourcentages massiques en n-paraffines, iso-paraffines et naphtènes sont mesurés par chromatographie bidimensionnelle en phase gazeuse (GCxGC). Le pourcentage massique en paraffine est calculé par la somme des pourcentages massiques en n-paraffines et en iso-paraffines.
- 15 Avantageusement, la coupe hydrocarbonée a un point d'écoulement, mesuré selon la norme ASTM D97, inférieur ou égal à -40°C, de préférence inférieur ou égal à -45°C, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à -50°C, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à -70°C.
- 20 Avantageusement, la coupe hydrocarbonée a un taux de soufre mesuré selon la norme D5453 inférieur ou égal à 10 ppm, de préférence inférieur ou égal à 5 ppm, plus préférentiellement inférieur ou égal à 2 ppm.
- 25 La coupe hydrocarbonée a une teneur en composés aromatiques, mesurée selon la norme D1319, inférieure ou égale à 1 % en volume (%V/V).
- 30 Selon un mode de réalisation préféré, la coupe hydrocarbonée présente une teneur en composés aromatiques, mesurée selon une méthode de détection UV, inférieure ou égale à 300 ppm en masse, de préférence inférieure ou égale à 150 ppm en masse, plus préférentiellement inférieure ou égale à 60 ppm en masse, encore plus préférentiellement inférieure ou égale à 40 ppm en masse.

Cette méthode de détection UV peut être utilisée, avantageusement, en complément de la mesure selon la norme D1319, en particulier lorsque la teneur en composés aromatiques est inférieure à 1% en volume (%V/V), valeur correspondant à la limite de détection selon la norme D1319.

5

La coupe hydrocarbonée peut en outre comprendre d'autres composés que les composés hydrocarbonés décrits ci-dessus, notamment elle peut comprendre des composés oxygénés.

10

La coupe hydrocarbonée comprend, de préférence, moins de 1% en masse de composés oxygénés, de préférence moins de 0,1% en masse et encore plus préférentiellement moins de 0,01% en masse, par rapport à la masse totale de la coupe hydrocarbonée.

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée est dépourvue de composés oxygénés (en anglais « bio-free »).

15

La coupe hydrocarbonée comprend, de préférence, moins de 1% en masse de composés hydrocarbonés insaturés c'est-à-dire présentant une ou plusieurs insaturations, de préférence moins de 0,1% en masse et encore plus préférentiellement moins de 0,01% en masse, par rapport à la masse totale de la coupe hydrocarbonée.

20

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée est dépourvue de composés hydrocarbonés insaturés c'est-à-dire présentant une ou plusieurs insaturations. Cette caractéristique assure ainsi une meilleure stabilité de la composition carburant.

25

La coupe hydrocarbonée telle que définie ci-dessus est avantageuse en ce qu'elle est peu sensible à l'oxydation. Les propriétés de stabilité au stockage d'une composition de carburant contenant une telle coupe hydrocarbonée sont de fait également améliorées. La composition de carburant peut ainsi être stockée sur une longue période sans que ses qualités intrinsèques soient altérées.

30

Selon un mode de réalisation particulier, la coupe hydrocarbonée comprend des composés hydrocarbonés dont la chaîne hydrocarbonée comprend de 9 à 17 atomes de carbone, de préférence de 10 à 16 atomes de carbone, plus préférentiellement de 11 à 14 atomes de carbone.

De préférence, selon ce mode de réalisation particulier, la coupe hydrocarbonée est essentiellement constituée de composés hydrocarbonés dont la chaîne hydrocarbonée comprend de 9 à 17 atomes de carbone, de préférence de 10 à 16 atomes de carbone, plus préférentiellement de 11 à 14 atomes de carbone.

5

Selon un mode de réalisation particulier, une coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus est obtenue par un procédé d'hydrogénation catalytique sur des unités d'hydrodéaromatisation alimentées par des coupes pétrolières encore appelées « charges », suivi d'une étape de distillation.

10 Les coupes pétrolières utilisées pour alimenter les unités d'hydrodéaromatisation sont avantageusement des distillats présentant des points d'ébullition compris entre 120°C et 370°C, par exemple un mélange de kérosènes, avantageusement à basse teneur en soufre, de préférence ayant une teneur en soufre inférieure ou égale à 10ppm. Les unités d'hydrodéaromatisation peuvent être composées d'un ou de plusieurs réacteurs en série
15 opérés à pression élevée. Ces réacteurs possèdent un ou plusieurs lits catalytiques.

L'efficacité de l'unité d'hydrodéaromatisation par hydrogénation est dépendante de la stabilité et de la performance des catalyseurs des réacteurs en série. Les catalyseurs généralement utilisés dans la section d'hydrogénation sont à base de nickel ou de métaux
20 nobles. Les catalyseurs d'hydrogénation types peuvent être soit massiques soit supportés et peuvent comprendre les métaux suivants : nickel, platine, palladium, rhénium, rhodium, tungstate de nickel, nickel-molybdène, molybdène, cobalt-molybdène. Les supports peuvent être de la silice, de l'alumine ou de la silice-alumine ou des zéolithes.

25 Un catalyseur préféré est un catalyseur à base de nickel sur un support d'alumine dont l'aire de surface spécifique varie entre 100 et 200 m²/g de catalyseur ou un catalyseur massique à base de nickel.

La réaction d'hydrogénation des aromatiques étant très exothermique, la température des
30 réacteurs d'hydrogénation peut être contrôlée par dilution de la charge dite « fraîche » par un diluant non réactif. Comme diluant, il est connu d'utiliser par exemple une partie de la charge hydrogénée, c'est-à-dire l'effluent hydrogéné en sortie du ou des réacteurs d'hydrogénation,

qui est ainsi renvoyée à l'entrée du premier réacteur et mélangée à la charge fraîche avant d'y entrer par le biais d'un recyclage (typiquement 50/50 en %pds charge fraîche/charge hydrogénée). Ce recyclage permet ainsi de maîtriser l'exothermicité de la réaction d'hydrogénation.

5 La dilution de la charge peut également être faite par tout autre diluant inerte par rapport aux composés constituant la charge d'alimentation. Par « inerte », on entend au sens de l'invention que le diluant n'est pas capable de réagir avec les composés constituant la charge d'alimentation des réacteurs.

10 La charge peut également éventuellement être mélangée à d'autres types d'additifs afin d'en corriger les propriétés, étant entendu que la proportion d'additifs est minoritaire dans le mélange charge plus additifs.

L'effluent hydrogéné récupéré en sortie du ou des réacteurs d'hydrogénation est ensuite distillé en produits finis, dont la coupe hydrocarbonée décrite ci-dessus.

15 Une coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus peut être obtenue par un procédé tel que décrit dans le document FR3023298 ou encore selon le document WO2011061575 cités à titre d'exemple.

20 Les coupes hydrocarbonées, telles que décrites ci-dessus, sont notamment commercialisées par la société TOTAL sous le nom commercial Ketrul®.

La composition de carburant

25 Selon une première variante, la composition de carburant selon l'invention est essentiellement constituée de la coupe hydrocarbonée décrite ci-dessus et d'au moins un additif de lubrification décrit ci-dessous.

Selon une seconde variante, la composition de carburant selon l'invention comprend en outre un ou plusieurs additifs utilisés couramment dans les carburants pour améliorer leurs performances.

30 Il est entendu que la composition de carburant selon l'invention peut également comprendre d'autres composés que ceux définis ci-dessus, et présents sous forme de traces. Ces autres composés sont notamment des impuretés et/ou des composés oxygénés et/ou des composés

hydrocarbonés insaturés. Il est également entendu que dans ce cas, il s'agit néanmoins d'une coupe hydrocarbonée dépourvue de composés oxygénés et/ou de composés hydrocarbonés insaturés dans la mesure où leur teneur dans la composition de carburant selon l'invention est très faible.

5

Selon un mode de réalisation particulier, la composition de carburant comprend la coupe hydrocarbonée décrite ci-dessus, au moins un additif de lubrification et au moins un additif procétane.

10 Avantageusement, la composition de carburant comprend au moins 1 ppm de l'additif de lubrification et, de préférence, au moins 1 ppm de l'additif procétane.

15 Selon un mode de réalisation particulier, la composition de carburant de l'invention est obtenue par mélange de la coupe hydrocarbonée décrite ci-dessus avec au moins un additif de lubrification, et avantageusement au moins un additif procétane, décrits ci-dessous, selon tout procédé d'additivation connu.

20 L'additivation est généralement effectuée au moyen d'une composition d'additifs en solution dans un solvant, par exemple un solvant de type aromatique tel que le Solvantar 400 ou le Solvarex.

Additif de lubrification

25 La composition d'additif selon l'invention peut comprendre au moins un additif de lubrification. Par « additif de lubrification » on entend au sens de l'invention tout composé susceptible d'améliorer le pouvoir lubrifiant d'une composition de carburant ou de lui conférer des effets anti-usure, lorsque celle-ci est utilisée dans un moteur à combustion interne. On parle également d'additif anti-usure ou encore d'additif d'onctuosité.

30 La composition de carburant selon l'invention comprend, de préférence, une teneur en additif de lubrification d'au moins 10 ppm, plus préférentiellement d'au moins 50 ppm, encore plus préférentiellement allant de 50 à 1 000ppm, en particulier allant de 10 à 5 000ppm.

L'additif de lubrifiante est, de préférence, choisi parmi le groupe constitué par les acides carboxyliques ayant au moins une chaîne hydrocarbonée aliphatique en C₄-C₃₄, de préférence en C₈-C₂₄, plus préférentiellement en C₁₀-C₂₀ ; les dérivés hydrocarbonés en C₄-C₃₄ d'acides carboxyliques mono- et polycycliques tels que les acides alkylsalicyliques en C₁-C₂₀ et leurs dérivés ester ou amide, seuls ou en mélange. De tels additifs sont décrits dans les documents suivants : EP680506, EP860494, EP915944, FR2772783, FR2772784.

Plus préférentiellement, l'additif de lubrifiante est choisi parmi le groupe constitué par les acides gras ayant une chaîne hydrocarbonée linéaire, saturée ou insaturée en C₄-C₃₄, de préférence en C₈-C₂₄, plus préférentiellement en C₁₀-C₂₀, et leurs dérivés ester ou amide, seuls ou en mélange.

Selon une première variante, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les acides gras de l'huile de tall (en anglais « Tall Oil Fatty Acids » TOFA) et les dérivés ester ou amide de ces acides gras, seuls ou en mélange. De tels additifs sont décrits dans le document WO98/04656 cité à titre d'exemple. Les additifs de lubrifiante de type TOFA sont, par exemple, commercialisés par TOTAL sous le nom commercial PC32 ou PC30.

Selon une seconde variante, l'additif de lubrifiante est obtenu à partir d'huiles acides issues de l'acidification d'une pâte de neutralisation obtenue par un procédé de raffinage d'une huile végétale et/ou animale. De tels additifs sont décrits dans la demande de brevet FR3040709, citée à titre d'exemple. L'additif ainsi obtenu est constitué d'un mélange d'acides gras, de composés ester et de glycérides, notamment de triglycérides.

Selon un mode de réalisation préféré, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les additifs présentant un indice d'acide très faible, on parle d'additifs de lubrifiante neutres tels que les esters ou les amides.

Selon une première variante de ce mode de réalisation préféré, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les esters.

Des esters appropriés comme additifs de lubrifiante sont choisis parmi les esters d'acides carboxyliques ayant au moins une chaîne hydrocarbonée aliphatique en C₄-C₃₄, de préférence

en C₈-C₂₄, plus préférentiellement en C₁₀-C₂₀, de préférence les esters d'acides gras et les esters d'oligomères tels que les esters de polyols, seuls ou en mélange

De préférence, selon cette première variante, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les esters
5 dérivés d'acides gras tels que ceux décrits ci-dessus, les esters oligomères ou polymères fonctionnalisés (par exemple des oligomères d'oléfine), par exemple choisi parmi les mono-esters d'alcools (par exemple les esters méthyliques), ou plus avantageusement les esters de polyols tels que des esters de glycérol, seuls ou en mélange.

10 Encore plus préférentiellement, toujours selon cette première variante, l'additif de lubrifiante neutre est choisi parmi les mono-, di- et tri-glycérides d'un acide gras, seuls ou en mélange.

Avantageusement, l'additif de lubrifiante neutre de type ester est choisi parmi les mono- et di- glycérides d'un acide gras, seuls ou en mélange. On peut citer à titre d'exemple le
15 monooléate de glycérol.

Des additifs de lubrifiante neutres de type ester d'acide gras sont, par exemple, commercialisés par Infineum sous le nom commercial R655.

20 Selon une seconde variante de ce mode de réalisation, l'additif de lubrifiante neutre est choisi parmi les amides.

De préférence, selon cette seconde variante, l'additif de lubrifiante est choisi parmi les amides d'acides gras, dans lesquels les acides gras préférés sont tels que décrits ci-dessus.

25 Des additifs de lubrifiante neutres de type amide sont, par exemple, commercialisés par Afton sous le nom commercial 4848A.

D'autres additifs de lubrifiante appropriés sont décrits, par exemple, dans :

- l'article de Danping Wei et H.A. Spikes, "Le lubrifiant des carburants Diesel", Porter, III (1986)
30 217-235 ;

- le document WO-A-94/17160 qui décrit des composés ester obtenus à partir d'acide carboxylique et d'alcool dans lesquels l'acide a 2 à 50 atomes de carbone et l'alcool a un ou

plusieurs atomes de carbone, en particulier le monooléate de glycérol et d'adipate de diisodécyle, utilisés comme additifs pour carburant pour la réduction de l'usure dans un système d'injection du moteur Diesel.

5 Additif procétane

La composition d'additif selon l'invention peut en outre comprendre au moins un additif procétane.

10 Par « additif procétane », également appelé additif d'amélioration de l'indice de cétane, on entend au sens de l'invention tout composé susceptible d'améliorer l'auto-inflammation d'une composition de carburant additivée avec un tel composé lorsqu'elle est utilisée dans un moteur à combustion interne.

15 La composition de carburant comprend, de préférence, une teneur en additif procétane d'au moins 10ppm, plus préférentiellement d'au moins 50 ppm, encore plus préférentiellement allant de 10 à 5 000ppm, en particulier allant de 10 à 1 000ppm.

20 L'additif procétane peut être choisi parmi le groupe constitué par les nitrates d'alkyle en C₄-C₂₀, de préférence le nitrate de 2-éthylhexyle, les peroxydes d'aryle en C₁-C₂₀, de préférence le peroxyde de benzyle et les peroxydes d'alkyle en C₄-C₂₀, de préférence le peroxyde de t-butyle.

Additif anti-statique

Selon un mode de réalisation particulier, la composition de carburant comprend au moins un additif anti-statique.

25 Par « additif anti-statique » on entend au sens de l'invention tout composé susceptible de modifier la conductivité d'une composition de carburant pour éviter la création d'une charge statique susceptible de conduire à l'inflammation des vapeurs de la composition de carburant à proximité d'une étincelle. La présence de cet additif permet d'atteindre ainsi les exigences
30 en matière d'innocuité pour ladite composition de carburant.

Avantageusement, la composition de carburant comprend au moins 1 ppm de l'additif antistatique, de préférence au moins 10ppm, de préférence au moins 50 ppm.

La composition de carburant comprend, plus préférentiellement, entre 10 à 5 000ppm d'additif anti-statique, encore plus préférentiellement de 10 à 1 000ppm.

L'additif anti-statique est, de préférence, choisi parmi le groupe consistant en les succinimides, les alkénylsuccinimides, les polyisobutylènes succinimides (PIBSI), les polyamines, notamment les polyisobutylènes amines (PIBA), les polyamides, les polysulfonates, les ammoniums quaternaires présentant notamment une chaîne polyisobutylène et, les mélanges de polysulfones et de composés aminés tels que les polyamines polymériques. Ces mélanges de polysulfones et de composés aminés sont notamment décrits dans le document US3917466.

Additif détergent et additif de désémulsion

Selon un autre mode de réalisation particulier, la composition de carburant selon l'invention comprend en outre au moins un additif détergent et/ou au moins un additif de désémulsion.

Par « additif détergent » on entend au sens de l'invention tout composé susceptible de contrôler, réduire et/ou empêcher la formation des dépôts dans les parties internes d'un moteur à combustion, lorsqu'une composition de carburant additivé avec un tel composé est utilisée dans un moteur à combustion interne.

Avantageusement, la composition de carburant comprend au moins 1 ppm d'additif détergent, de préférence au moins 10ppm, de préférence au moins 50 ppm.

La composition de carburant comprend, plus préférentiellement, de 5 à 1 000 ppm d'additif détergent, encore plus préférentiellement de 5 à 500 ppm.

L'additif détergent est, de préférence, choisi parmi groupe constitué par les amines, les succinimides, les alkénylsuccinimides notamment les PIBSI, les polyalkylamines notamment

les PIBA, les polyalkyles polyamines, les polyétheramines, les ammoniums quaternaires présentant notamment une chaîne polyisobutylène et les dérivés du triazole.

5 En particulier, l'additif détergent est choisi parmi les polyisobutylènes succinimides (PIBSI), de préférence ayant une chaîne polyisobutylène de masse moléculaire moyenne en poids variant de 500 à 2000, de préférence de 800 à 1500 g.mol⁻¹.

10 Les PIBSI sont généralement obtenus par réaction d'un anhydride succinique substitué par une chaîne polyisobutylène (PIBSA) et d'une polyamine, par exemple une tétraéthylène pentamine (TEPA).

Des exemples de tels additifs sont cités à titre d'exemple dans les documents suivants : EP0938535, US2012/001011, US4171959, WO2006135881 et WO2012/004300.

15 Selon un mode de réalisation particulier, l'additif détergent est utilisé également comme additif anti-statique. Ainsi, l'utilisation de l'additif détergent tel que décrit ci-dessus évite d'ajouter à la composition de carburant un additif anti-statique puisque l'additif détergent joue le rôle à la fois d'agent anti-statique et d'agent détergent.

20 Par « additif de désémulsion » on entend au sens de l'invention tout composé susceptible de permettre de séparer le carburant d'une éventuelle eau résiduelle en permettant de briser les éventuelles émulsions eau-dans-carburant et de conduire à la décantation de la phase aqueuse.

25 L'additif de désémulsion ou encore appelé additif anti-mousse est, de préférence, choisi parmi les polysiloxanes, les polysiloxanes oxyalkylés, les alcoxyates de résines alkylphénol, les polyols polymérisés, les polymères phénoliques estérifiés, les polyglycols et les amides d'acides gras issus d'huiles végétales ou animales. Des exemples de tels additifs sont cités à titre d'exemple dans les documents suivants : EP861882, EP663000, EP736590.

30 Avantageusement, l'additif de désémulsion est choisi parmi les alcoxyates de résines alkylphénol.

Avantageusement, la composition de carburant comprend au moins 1 ppm de l'additif de désémulsion, de préférence au moins 10ppm, de préférence au moins 50 ppm.

- 5 La composition de carburant comprend, plus préférentiellement, de 10 à 5 000 ppm d'additif de désémulsion, encore plus préférentiellement de 10 à 1 000 ppm.

Autres additifs

10 La composition de carburant peut également comprendre un ou plusieurs autres additifs choisis parmi les traceurs, les agents anti-corrosion, les dispersants, les agents antioxydants, les biocides, les réodorants, les modificateurs de friction, les agents d'aide à la combustion (promoteurs catalytiques de combustion et de suie), les agents améliorant le point de trouble, le point d'écoulement, la TLF (« Température limite de filtrabilité ») et les agents anti-sédimentation.

15

Parmi ces additifs, on peut citer en particulier les traceurs tels que l'éthyl-2-hexanol.

Ces autres additifs sont en général ajoutés en une quantité allant de 100 à 1 000 ppm (chacun).

Utilisations

20 L'invention concerne également l'utilisation comme carburant dans un moteur à combustion interne, de préférence comme carburant pour moteur Diesel, d'une coupe hydrocarbonée présentant :

- 25 - une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C,
 - une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C, et
 - une teneur en composés aromatiques, mesurée selon la norme ASTM D1319, inférieure ou égale à 1% en volume (%v/v),
- 30 les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées selon la norme ASTM D86.

Le moteur à combustion interne est, de préférence, un moteur Diesel.

Avantageusement, le moteur à combustion interne est choisi parmi les moteurs de véhicules non routiers (en anglais « off-road »), et/ou les moteurs stationnaires, notamment les moteurs de dispositifs industriels.

Les véhicules non routiers comprennent, notamment, les engins mobiles et/ou roulants de chantier.

Les moteurs de dispositifs industriels comprennent notamment les moteurs à combustion interne de matériel stationnaire comme les groupes électrogènes.

Avantageusement, la coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus est utilisée comme carburant dans un moteur choisi parmi les moteurs de véhicules non routiers et les moteurs stationnaires utilisés ou destinés à être utilisés en milieu confiné. On trouve une application particulièrement avantageuse pour les moteurs de véhicules non routiers utilisés ou destinés à être utilisés sur les chantiers miniers.

Selon un mode de réalisation préféré, la coupe hydrocarbonée est utilisée sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus.

Avantageusement, l'utilisation d'une coupe hydrocarbonée telle que définie ci-dessus, éventuellement additivée et notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus, permet de réduire les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques du moteur à combustion interne comparativement à un carburant de référence.

Le carburant de référence est, avantageusement, un carburant gazole standard. A titre d'exemple de carburant gazole standard, on peut citer un gazole standard répondant à la norme européenne EN590 ou un gazole de certification USA (en anglais « USA certification Diesel fuel »), par exemple celui référencé EPA 1065.703 ULSD.

La mesure de l'ensemble des émissions polluantes et/ou toxiques est réalisée à l'échappement brut du moteur sans système de post-traitement.

En particulier, cette utilisation permet de réduire, comparativement à un carburant de référence, au moins l'une des émissions d'échappement choisies parmi les émissions de particules, les émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et/ou les émissions d'oxydes d'azote (NOx).

Des tests sur banc moteur peuvent être mis en place afin de déterminer la nature des émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques et leur teneur. On peut citer à titre d'exemple le document US7181379 qui décrit une méthode et un dispositif permettant d'étudier la qualité des carburants et, notamment, leur conformité en matière d'émissions d'échappement selon l'US EPA.

La mesure de l'ensemble des émissions polluantes et/ou toxiques est réalisée à l'échappement brut du moteur sans système de post-traitement.

On peut également effectuer des tests spécifiques au moteur à combustion interne. On choisit alors un moteur spécifique configuré pour fonctionner sans système de post-traitement des gaz d'échappement, par exemple sans système EGR (« Exhaust Gaz Re-circulation ») ou filtre à particules (FAP), sur lequel effectuer les mesures d'émission polluantes et/ou toxiques et on applique un cycle adapté audit moteur. On peut citer à titre d'exemple l'application d'un cycle transitoire pour moteur non routier (en anglais « Non-Road Transient Cycle » NRTC).

Ce cycle NRTC est un cycle de conduite transitoire pour les moteurs Diesel non routiers (en anglais « off-road ») mobiles développé par l'US EPA. Le test est utilisé à l'échelle internationale pour la certification des émissions d'échappement et l'homologation des moteurs non routiers. Le test NRTC est exigé par un certain nombre de normes d'émissions d'échappement pour les moteurs pour engins non routiers. Le NRTC est exécuté deux fois, avec un démarrage à froid et à chaud, avec une période d'imprégnation de 20 minutes entre les essais. Le cycle NRTC peut par exemple être appliqué sur un moteur Diesel ISL9 Cummins MY2013 common rail « off road » dépourvu de système de post-traitement des gaz d'échappement. Cette configuration permet par exemple de tester les émissions, notamment

les émissions de HAP conformément aux spécifications 1065 de la partie 40 du code fédéral de spécifications (en anglais « Code Federal Regulation», (CFR)).

Les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques peuvent comprendre les émissions de HAP. Plusieurs méthodes de détection et de mesure des émissions de HAP sont connues de l'homme de l'art. La détection et la mesure des HAP peuvent se faire notamment selon la méthode EPA TO-13A préconisée pour la certification des carburants gazole par l'US EPA. Cette méthode permet, en particulier, de mesurer les principaux HAP présents dans les gaz d'échappement des moteurs Diesel tels que définis dans la publication de Lim et al. (Atmospheric Environment, Vol.39, Issue 40, p.7836-7848, dec.2005) et de Nelson (Fuel, Vol. 68, Issue 3, March 1989, p.283-286). Le principe de cette mesure se base sur l'utilisation d'un filtre à quartz et d'un absorbant, par exemple une résine Amberlite® XAD-2. La plupart des espèces HAP sortant de l'échappement d'un moteur à combustion interne à la matière particulaire sur le filtre à quartz et les autres espèces HAP plus volatiles sont absorbées par la résine Amberlite® XAD-2 dans un tube en résine positionné en aval du filtre à quartz. Les HAP sont extraits de la résine puis analysés par chromatographie gazeuse.

Selon un mode de réalisation particulier, l'utilisation de la coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus, éventuellement additivée et notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus, permet, comparativement à un carburant de référence, de réduire le taux en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) mesuré selon la méthode EPA TO-13A ou de supprimer totalement les HAP mesurés selon la méthode EPA TO-13A, dans les gaz d'échappement, à l'échappement brut du moteur.

Selon un mode de réalisation particulier, les HAP sont choisis parmi le groupe consistant en le naphthalène, le phénanthrène, le 2-méthyl naphthalène, le 1-méthyl naphthalène, le diméthyl naphthalène. Ce groupe constitue généralement les espèces les plus représentatives des HAP dans les gaz d'échappement des moteurs Diesel.

La réduction des HAP comparativement à un carburant de référence est, de préférence, d'au moins 80%. En particulier, la réduction du naphthalène comparativement à un carburant de référence est, de préférence, d'au moins 30%

Les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques peuvent comprendre les émissions de particules. Ces émissions de particules peuvent être mesurées selon la procédure standard de mise en œuvre pour l'analyse gravimétrique en matière de particules (en anglais « Standard Operating Procedure for Particulate Matter (PM) Gravimetric Analysis ») préconisée par l'US EPA et notée « (PM) Gravimétrique Analyse » dans la suite de la description.

Selon un mode de réalisation particulier, l'utilisation de la coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus éventuellement additivée et notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus, permet de réduire, comparativement à un carburant de référence, le taux en particules mesuré selon la procédure (PM) Gravimétrique Analyse de l'US EPA d'au moins 10%, de préférence d'au moins 15%, encore plus préférentiellement d'au moins 20%.

Les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques peuvent comprendre, par exemple, les émissions de CO₂ et NO_x qui sont mesurées selon tout procédé connu, notamment par infrarouge non dispersif (NDIR) pour le CO₂ et par chemiluminescence pour les NO_x (CLD).

Selon un mode de réalisation particulier, l'utilisation de la coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus éventuellement additivée et notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus, permet de réduire, comparativement à un carburant de référence :

- le taux de dioxyde de carbone (CO₂) mesuré par NDIR d'au moins 1%, plus préférentiellement d'au moins 2%, encore plus préférentiellement d'au moins 3%.
- le taux d'oxydes d'azote (NO_x) mesuré par (CLD) d'au moins 2%, plus préférentiellement d'au moins 3%, encore plus préférentiellement d'au moins 5%.

Etant entendu que les valeurs d'émissions polluantes et/ou toxiques sont obtenues à l'échappement brut du moteur sans système de post-traitement par application d'un cycle NRTC sur un moteur ISL9 Cummins MY2013, Diesel common rail « off road » de 8,9 litres Diesel, turbocompressé ayant une puissance de 350 HP à un régime de 2000 tr/ min.

La présente invention concerne également un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à faibles émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques, et/ou adapté à une utilisation dans des conditions de températures extrêmes, en particulier à température externe ambiante très basse.

5

Le procédé de fonctionnement comprend l'alimentation du moteur à combustion interne avec une coupe hydrocarbonée telle que décrite ci-dessus, éventuellement additivée et notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus, et la combustion de la composition de carburant dans ledit moteur.

10

Selon un mode de réalisation particulier, le moteur à combustion interne est un moteur Diesel, de préférence choisi parmi les moteurs à combustion interne pour véhicules non routier et les moteurs stationnaires, notamment les moteurs de dispositifs industriels.

15

Le procédé de l'invention permet un fonctionnement lorsque le moteur est utilisé dans des conditions de températures extrêmes notamment lorsque la température externe ambiante atteint des températures inférieures ou égales à -40°C, de préférence inférieures ou égales à -45°C, encore plus préférentiellement inférieures ou égales à -50°C.

20

Avantageusement, la combustion de la coupe hydrocarbonée selon l'invention, éventuellement additivée et notamment sous la forme d'une composition de carburant telle que définie ci-dessus, permet de réduire les émissions polluantes et/ou toxiques à l'échappement brut du moteur, comparativement à un carburant de référence.

25

Avantageusement, le procédé permet de réduire le dioxyde de carbone (CO₂), mesuré par NDIR selon le cycle NRTC et les conditions décrites ci-dessus, d'au moins 1% en masse, plus préférentiellement d'au moins 2% en masse, encore plus préférentiellement d'au moins 3% en masse.

30

Avantageusement, le procédé permet de réduire les oxydes d'azote (NO_x) mesurés par (CLD) selon le cycle NRTC et les conditions décrites ci-dessus d'au moins 2% en masse, plus

préférentiellement d'au moins 3% en masse, encore plus préférentiellement d'au moins 5% en masse.

EXEMPLE

- 5 Les caractéristiques d'une coupe hydrocarbonée notée C₁ sont répertoriées dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1

Propriétés	Unités	Méthode	C ₁
Masse volumique à 15°C	kg/L	ASTM D4052	0.8067
Viscosité à 40°C	mm ² /s	EN ISO 3104	1.80
Point écoulement	°C	ASTM D97	≤ - 50
Point d'aniline	°C	ISO 2977	75
Point éclair	°C	ASTM D93	90.0
Teneur en aromatique	LV%	ASTM D1319	<1
Teneur en aromatique*	ppm	UV	27
Teneur en Benzene	ppm	ASTM D6229	≤ 1
Teneur en Soufre	ppm	ASTM D5453	<2
Point initial d'ébullition	°C	ASTM D86	203,7
Point final d'ébullition	°C	ASTM D86	243,6
Répartition carbone	% m/m	GCFID – ASTMD 2887	C11-C14
% n-paraffines	% massique	GCxGC	22.02
% iso-paraffines	% massique	GCxGC	30.87
% naphtènes	% massique	GCxGC	47.12

*La mesure du taux d'aromatique dans la coupe hydrocarbonée est en limite de détection selon la norme ASTM D1319. Une analyse UV permet d'obtenir des valeurs plus précises du taux d'aromatiques en ppm massiques.

Une composition d'additifs utilisée pour additiver la coupe C₁ est décrite dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2 – caractéristiques de la composition d'additifs

Additif	Nom / Fournisseur	Taux de matière active (%)	Nature chimique
Additif de lubrification	R655 / Infineum	3,5	Ester de TOFA
Additif de lubrification	PC32 / TOTAL	12,1	TOFA
**Additif détergent		19,15	PIBSI
Additif procétane	RV100 / TOTAL	57,1	2-ethylhexyl nitrate
Additif de désémulsion	EP 505B / RE-SPECIALTIES	0,95	Résine alkylphénol oxyalkylée
Traceur	ALDRICH	2,1	Ethyl-2 hexanol
Solvant	Solvarex 10	5,1	

** PIBSI obtenu par réaction du TEPA et du PIBSA (masse moléculaire PIB de 1000g.mol^{-1})

Une composition de carburant notée CARB₁ selon la présente invention est obtenue par additivation de la coupe hydrocarbonée C₁ avec la composition d'additifs décrite ci-dessus à un taux de 1450ppm v/v soit 1700 mg/kg.

Les caractéristiques de la composition de carburant CARB₁ et du gazole de certification USA référencé EPA 1065.703 ULSD, noté CARB₀ sont répertoriées dans le tableau 3 suivant.

Tableau 3	Valeur		Unité		Norme	
	CARB ₀	CARB ₁	CARB ₀	CARB ₁	CARB ₀	CARB ₁
Masse volumique à 15°C	0,8466	0,8269	(Spec Grav)	kg/L	ASTM D4052	
Viscosité à 40°C	2,4	1,731	cSt	mm ² /s	ASTM D 45	
Point initial d'ébullition	175,6	201,9	°C		ASTM D86	
Point final d'ébullition	343,3	234,1				
Total Aromatiques	29,8	2*	LV%	ppm	ASTM D1319	UV
Indice de cétane	45	48	-	-	ASTM D613	

Point éclair	65	78,9	°C	°C	ASTM D93	
Teneur en soufre	10	< 1	ppm	mg/kg	ASTM D 5453	
Point d'écoulement	-30	< -74,4	°C	°C	ASTM D97	
Point trouble	-27,8	< -73,3	°C	°C	ASTM D2500	
Conductivité à 20°C	-	155	-	pS/m	-	ASTM D2624

*La mesure du taux d'aromatique dans la coupe hydrocarbonée est en limite de détection selon la norme ASTM D1319. Une analyse UV permet d'obtenir des valeurs du taux d'aromatiques en ppm massiques plus précises.

5 **Mesures d'émissions polluantes et/ou toxiques de CARB₀ et CARB₁ (tableaux 4 à 12)**

- Moteur ISL9 Cummins MY2013 Diesel common rail « off road » de 8,9 litres Diesel, turbocompressé ayant une puissance de 350 ch à un régime moteur de 2000 tr/ min, dépourvu de système de post-traitement des gaz d'échappement (ni EGR, ni FAP),

10 - Cycle exécuté deux fois, avec un démarrage à froid et à chaud, avec une période d'imprégnation de 20 minutes entre les essais.

- Mesure des émissions obtenues à l'échappement brut du moteur sans système de post-traitement

Emission de HAP selon la méthode EPA TO-13A

Emissions de particules par la méthode (PM) Gravimétrique Analyse

15 Emissions de CO₂ par la méthode NDIR

Emissions de NOx par la méthode CLD

- Résultats NRTC à froid

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 4</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Cycle de travail	34,17	0,04	34,14	0,01	-0,1%
CO₂ (g/kWh)	741,3	0,88	718,2	11,22	-3,1%
NOx (g/kWh)	8,328	0,0901	7,805	0,0878	-6,3%
PM (g/kWh)	0,0340	0,0021	0,0293	0,0060	-13,7%
Total HAP (g/kWh)	0,00047	0,00060	0,00002	0,00003	-96,7%
Naphtalène (g/kWh)	0,00006	0,00011	0,00002	0,00003	-75,4%

Phenanthrène (g/kWh)	0,00004	0,00001	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00009	0,00014	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00006	0,00008	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00022	0,00026	0,00000	0,00000	-100%

*moyenne sur 3 points de test

**Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.

- Résultats NRTC à chaud

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 5</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Cycle de travail	34,18	0,05	34,12	0,08	-0,2%
CO₂ (g/kWh)	728,7	2,41	706,7	8,74	-3,0%
NO_x (g/kWh)	8,707	0,0289	8,192	0,0481	-5,9%
PM (g/kWh)	0,0241	0,0002	0,0188	0,0006	-21,9%
Total HAP (g/kWh)	0,00072	0,00121	0,00001	0,00003	-99,2%
Naphtalène (g/kWh)	0,00008	0,00014	0,00001	0,00003	-92,4%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00004	0,00000	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00016	0,00028	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00009	0,00018	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00036	0,00062	0,00000	0,00000	-100%

5

*moyenne sur 3 points de test

**Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.

- Résultats NRTC pleine charge à un régime de 2000 tr/min

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 6</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	259,25	0,09	260,33	0,06	+0,4%
Carburant (g/h)	55131,5	62,01	54517,0	122,01	-1,1%

CO2 (g/kWh)	179023,6	529,08	174264,3	1344,45	-2,7%
NOx (g/kWh)	2522,081	6,6840	2383,176	18,0357	-5,5%
PM (g/kWh)	1,9347	0,2231	1,6802	0,1451	-13,2%
Total HAP (g/kWh)	0,13934	0,23115	0,01413	0,01288	-89,9%
Naphtalène (g/kWh)	0,03419	0,06066	0,01413	0,01288	-58,7%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00892	0,00462	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,03323	0,05901	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,02149	0,04630	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,04151	0,07060	0,00000	0,00000	-100%

*moyenne sur 3 points de test

**Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.

- Résultats NRTC à un régime de 2000 tr/min et 75% de charge

Tableau 7	CARB ₀		CARB ₁		-
	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	194,44	0,02	195,26	0,01	+0,4%
Carburant (g/h)	42580,5	117,27	41962,8	33,15	-1,5%
CO2 (g/kWh)	135276,2	689,93	131416,8	1116,52	-2,9%
NOx (g/kWh)	1809,553	16,5634	1748,813	11,8996	-3,4%
PM (g/kWh)	3,3541	0,0937	2,8234	0,2206	-15,8%
Total HAP (g/kWh)	0,09265	0,09093	0,00248	0,01067	-97,3%
Naphtalène (g/kWh)	0,01099	0,00990	0,00248	0,01067	-77,4%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00344	0,01481	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,01705	0,01426	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,0155	0,01596	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,04567	0,04920	0,00000	0,00000	-100%

*moyenne sur 3 points de test

**Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.

- Résultats NRTC à un régime de 2000 tr/min et 50% de charge

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 8</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	129,65	0,03	130,15	0,02	+0,4%
Carburant (g/h)	29535,1	90,16	29208,0	12,70	-1,1%
CO ₂ (g/kWh)	92636,6	292,45	90079,8	735,00	-2,8%
NO _x (g/kWh)	1265,517	20,4588	1199,644	9,8652	-5,2%
PM (g/kWh)	3,4989	0,3303	2,9916	0,5392	-14,5%
Total HAP (g/kWh)	0,05809	0,11487	0,00000	0,00000	-100%
Naphtalène (g/kWh)	0,00642	0,01580	0,00000	0,00000	-100%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00623	0,01447	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00973	0,02311	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00808	0,01825	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,02763	0,04341	0,00000	0,00000	-100%

*moyenne sur 3 points de test

**Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.

5

- Résultats NRTC à un régime de 2000 tr/min et 10% de charge

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 9</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	25,93	0,02	26,03	0,01	+0,4%
Carburant (g/h)	10895,7	100,25	10756,0	10,66	-1,3%
CO ₂ (g/kWh)	34086,4	408,38	33258,6	269,54	-2,4%
NO _x (g/kWh)	211,315	3,2229	201,133	10,6137	-4,8%
PM (g/kWh)	3,9143	0,3841	2,7482	0,4564	-29,8%

Total HAP (g/kWh)	0,10604	0,10780	0,00920	0,00347	-91,3%
Naphtalène (g/kWh)	0,01493	0,01593	0,00920	0,00347	-38,4%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00936	0,00304	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,02069	0,02578	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,01310	0,01677	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,04797	0,05028	0,00000	0,00000	-100%

**moyenne sur 3 points de test*

***Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.*

5 - Résultats NRTC pleine charge à un régime de 1500 tr/min

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 10</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	251,62	0,02	253,51	0,02	+0,8%
Carburant (g/h)	51679,3	57,96	51324,6	106,19	-0,7%
CO2 (g/kWh)	166101,6	567,93	162488,0	815,71	-2,2%
NOx (g/kWh)	2315,525	11,4088	2201,933	28,2922	-4,9%
PM (g/kWh)	1,5026	0,2297	1,2490	0,1079	-16,9%
Total HAP (g/kWh)	0,08227	0,05986	0,00940	0,00355	-88,6%
Naphtalène (g/kWh)	0,02049	0,01696	0,00940	0,00355	-54,1%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00876	0,00590	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,01739	0,01107	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,01403	0,01289	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,02161	0,01342	0,00000	0,00000	-100%

**moyenne sur 3 points de test*

***Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.*

- Résultats NRTC à un régime de 1500 tr/min et 75% de charge

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 11</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	188,71	0,02	190,13	0,03	+0,8%
Carburant (g/h)	38967,5	15,51	38607,6	30,52	-0,9%
CO2 (g/kWh)	123156,9	112,32	119993,3	1154,48	-2,6%
NOx (g/kWh)	2059,845	31,3503	1959,560	4,1179	-4,9%
PM (g/kWh)	1,3850	0,1574	1,2045	0,1472	-13,0%
Total HAP (g/kWh)	0,0644	0,10331	0,00226	0,00974	-96,5%
Naphtalène (g/kWh)	0,00584	0,01316	0,00226	0,00974	-61,2%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00216	0,00929	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,01397	0,01776	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00872	0,01875	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,03372	0,05152	0,00000	0,00000	-100%

5 *moyenne sur 3 points de test

**Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.

- Résultats NRTC à un régime de 1500 tr/min et 50% de charge

	CARB ₀		CARB ₁		-
<u>Tableau 12</u>	moyenne	Marge d'erreur*	moyenne	Marge d'erreur*	Différence %
Puissance (kW)	125,81	0,02	126,76	0,01	+0,8%
Carburant (g/h)	26747,0	25,31	26485,7	132,75	-1,0%

CO2 (g/kWh)	84083,2	145,11	81828,5	403,41	-2,7%
NOx (g/kWh)	1178,871	15,8818	1108,082	34,1908	-6,0%
PM (g/kWh)	0,8931	0,3661	0,7342	1,0164	-17,8%
Total HAP (g/kWh)	0,03265	0,02236	0,00257	0,01106	-92,1%
Naphtalène (g/kWh)	0,00549	0,01192	0,00257	0,01106	-53,1%
Phenanthrène (g/kWh)	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-100%
2-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00767	0,00120	0,00000	0,00000	-100%
1-Méthyl Naphtalène (g/kWh)	0,00229	0,00987	0,00000	0,00000	-100%
Diméthyl Naphtalène (g/kWh)	0,01720	0,00513	0,00000	0,00000	-100%

**moyenne sur 3 points de test*

***Loi t de Student avec un degré de confiance de 95%.*

5 La composition de carburant selon l'invention permet avantageusement la suppression totale des HAP dans les gaz d'échappement, à l'échappement brut du moteur, en particulier les HAP choisis parmi le groupe consistant en le phénanthrène, le 2-méthyl naphtalène, le 1-méthyl naphtalène, le diméthyl naphtalène.

10 Avantageusement, la composition de carburant permet la suppression totale du naphtalène dans les gaz d'échappement, à l'échappement brut du moteur.

En outre, la composition de carburant permet un gain en puissance comparativement à un carburant de référence tel que décrit précédemment, de préférence supérieur ou égal à 0,4%.

15 En outre, la composition de carburant permet une baisse de la consommation comparativement à un carburant de référence tel que décrit précédemment, de préférence supérieur ou égal à 0,7%.

20 Il est entendu que les mesures d'émissions, le gain en puissance et la baisse en consommation peuvent être mesurés selon le cycle NRTC et les conditions décrites dans l'exemple ci-dessus.

La composition de carburant présente des propriétés remarquables, telles que de bonnes propriétés à froid.

La composition de carburant selon l'invention est remarquable en ce qu'elle présente :

- un point d'écoulement mesuré selon la norme ASTM D97 très bas, en particulier inférieur ou égal à -40°C, plus particulièrement inférieur ou égal à -45°C ou voire inférieur ou égal à -50°C, encore plus préférentiellement inférieur à -70°C.
- une faible sensibilité au développement bactérien. Le développement bactérien dans les cuves de stockage des compositions de carburant entraîne des opérations de maintenance régulières lourdes et coûteuses pour nettoyer les cuves et remplacer le carburant pollué par les bactéries.
- un taux d'aromatiques très faible, en particulier inférieur à 1% v/v selon la norme D1319, et plus particulièrement inférieur à 150 ppm en masse.

La composition de carburant selon l'invention permet d'obtenir une meilleure fiabilité des propriétés de tenue à froid comparativement aux compositions de carburant de l'art antérieur utilisant exclusivement l'additivation pour atteindre les performances en matière de tenue à froid. En effet, l'additivation présente le désavantage d'offrir une moindre maîtrise de la constance des performances des lots de carburant additivés du fait d'une certaine variabilité sur le taux d'additivation.

Ainsi, la composition de carburant selon l'invention garantit la stabilité et la fiabilité des performances.

La composition de carburant selon l'invention permet également de réduire les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques lors de la combustion de ladite composition dans un moteur à combustion interne.

En particulier, La composition de carburant selon l'invention permet de réduire dans les gaz d'échappement : les émissions d'HAP, de particules, de CO₂ et de NO_x, comparativement à celles d'un carburant de référence, en particulier d'un gazole standard. Cette composition permet ainsi de respecter les normes environnementales sur les taux d'échappement polluants et/ou toxiques autorisés. La maîtrise du taux d'HAP, de CO₂, de NO_x et du taux de particules dans le gaz d'échappement des moteurs à combustion interne est un enjeu

important, notamment pour des raisons sanitaires et permet de respecter des normes environnementales.

5 Ces propriétés remarquables permettent d'utiliser cette composition de carburant comme carburant pour les moteurs à combustion interne, de préférence les moteurs Diesel. En raison de ces propriétés, cette composition de carburant présente un intérêt tout particulier pour les véhicules non routiers et les moteurs de dispositifs industriels, de préférence utilisés ou destinés à être utilisés en milieu confiné, notamment sur les chantiers miniers.

REVENDICATIONS

1. Composition de carburant qui comprend :

a) au moins une coupe hydrocarbonée présentant :

5 - une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C,

 - une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C,

10 - une teneur en composés aromatiques, mesurée selon une méthode de détection UV, inférieure ou égale à 150 ppm en masse, et

b) au moins un additif de lubrifiante,

les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées selon la norme ASTM D86.

15 **2.** Composition de carburant selon la revendication 1, comprenant au moins un additif procétane.

3. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle la coupe hydrocarbonée a un point d'écoulement mesuré selon la norme ASTM D97, inférieur ou égal
20 à -40°C, de préférence inférieur ou égal à -45°C, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à -50°C, encore plus préférentiellement inférieure ou égale à -70°C.

4. Composition de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la coupe hydrocarbonée a un taux de soufre, mesuré selon la norme D5453, inférieur ou égal
25 à 10 ppm, de préférence inférieur à 5 ppm, plus préférentiellement inférieur ou égal à 2 ppm.

5. Composition de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la coupe hydrocarbonée a un intervalle de distillation, mesuré selon la norme ASTM D86, inférieur ou égal à 100°C, de préférence inférieur ou égal à 80°, plus préférentiellement
30 inférieur ou égal à 60°C, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à 50°C.

6. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la coupe hydrocarbonée a un pourcentage massique en iso-paraffines supérieur ou égal à 20 %, de préférence allant de 20 à 50%, plus préférentiellement allant de 25 à 32%.
- 5 7. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la coupe hydrocarbonée comprend des composés hydrocarbonés dont la chaîne hydrocarbonée comprend de 9 à 17 atomes de carbone, de préférence de 10 à 16 atomes de carbone, plus préférentiellement de 11 à 14 atomes de carbone.
- 10 8. Composition de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant au moins un additif anti-statique.
9. Utilisation d'une coupe hydrocarbonée présentant :
- une température initiale de distillation supérieure ou égale à 180°C, de préférence supérieure ou égale à 190°C,
 - une température finale de distillation inférieure ou égale à 280°C, de préférence inférieure ou égale à 270 °C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 250°C,
 - une teneur en composés aromatiques, mesurée selon une méthode de détection UV, inférieure à 150 ppm en masse, et
- 15 20 les températures initiale et finale de distillation de la coupe hydrocarbonée étant mesurées selon la norme ASTM D86, comme carburant pour un moteur à combustion interne, de préférence comme carburant pour moteur Diesel.
- 25 10. Utilisation selon la revendication 9, dans laquelle la coupe hydrocarbonée est sous la forme d'une composition selon l'une quelconques des revendications 1 à 8.
11. Utilisation selon la revendication 9 ou selon la revendication 10, pour réduire les émissions d'échappement polluantes et/ou toxiques du moteur à combustion interne comparativement à un carburant de référence, de préférence, pour réduire au moins une des émissions d'échappement choisies parmi les émissions de particules, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le dioxyde de carbone (CO₂) et les oxydes d'azote (NO_x).
- 30

12. Utilisation selon la revendication 9 ou selon la revendication 10, pour augmenter le gain en puissance, comparativement à un carburant de référence, d'au moins 0,4%.

5 **13.** Utilisation selon la revendication 9 ou selon la revendication 10, pour baisser la consommation, comparativement à un carburant de référence, d'au moins 0,7%.

14. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans laquelle le moteur à combustion interne est un moteur Diesel.

10 **15.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans laquelle le moteur à combustion interne est un moteur choisi parmi les moteurs de véhicules non routiers et les moteurs stationnaires, notamment les moteurs de dispositifs industriels.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/051154**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****C10L 1/04**(2006.01)i; **C10L 1/06**(2006.01)i; **C10L 1/08**(2006.01)i

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, WPI Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015044281 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]; SHELL OIL CO [US]) 02 April 2015 (2015-04-02) page 5, line 7 - line 23; claims; example 1	1,3-8
X	US 2012046506 A1 (OKABE NOBUHIRO [JP] ET AL) 23 February 2012 (2012-02-23) cited in the application the whole document	1-14
X	WO 2015181131 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]; SHELL OIL CO [US]) 03 December 2015 (2015-12-03) claims; example 1	1,3-8
X	WO 0148120 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]) 05 July 2001 (2001-07-05) cited in the application table 2	1

☐ 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

19 August 2019

Date of mailing of the international search report

26 August 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Van der Poel, Wim

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/051154

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2015044281	A1	02 April 2015	AR	097832 A1	20 April 2016
				BR	112016006761 A2	01 August 2017
				CN	105579562 A	11 May 2016
				EP	3052594 A1	10 August 2016
				JP	2016536383 A	24 November 2016
				KR	20160064217 A	07 June 2016
				US	2016230100 A1	11 August 2016
				WO	2015044281 A1	02 April 2015
US	2012046506	A1	23 February 2012	CN	102307973 A	04 January 2012
				EP	2370551 A2	05 October 2011
				JP	2010150479 A	08 July 2010
				US	2012046506 A1	23 February 2012
				WO	2010072838 A2	01 July 2010
WO	2015181131	A1	03 December 2015	NONE		
WO	0148120	A1	05 July 2001	AU	2844801 A	09 July 2001
				WO	0148120 A1	05 July 2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051154

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C10L1/04 C10L1/06 C10L1/08 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, WPI Data, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2015/044281 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]; SHELL OIL CO [US]) 2 avril 2015 (2015-04-02) page 5, ligne 7 - ligne 23; revendications; exemple 1 -----	1,3-8
X	US 2012/046506 A1 (OKABE NOBUHIRO [JP] ET AL) 23 février 2012 (2012-02-23) cité dans la demande le document en entier -----	1-14
X	WO 2015/181131 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]; SHELL OIL CO [US]) 3 décembre 2015 (2015-12-03) revendications; exemple 1 ----- -/-	1,3-8
☒ 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 19 août 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 26/08/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Van der Poel, Wim

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01/48120 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]) 5 juillet 2001 (2001-07-05) cité dans la demande tableau 2 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051154

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015044281 A1	02-04-2015	AR 097832 A1	20-04-2016
		BR 112016006761 A2	01-08-2017
		CN 105579562 A	11-05-2016
		EP 3052594 A1	10-08-2016
		JP 2016536383 A	24-11-2016
		KR 20160064217 A	07-06-2016
		US 2016230100 A1	11-08-2016
		WO 2015044281 A1	02-04-2015

US 2012046506 A1	23-02-2012	CN 102307973 A	04-01-2012
		EP 2370551 A2	05-10-2011
		JP 2010150479 A	08-07-2010
		US 2012046506 A1	23-02-2012
		WO 2010072838 A2	01-07-2010

WO 2015181131 A1	03-12-2015	AUCUN	

WO 0148120 A1	05-07-2001	AU 2844801 A	09-07-2001
		WO 0148120 A1	05-07-2001
