

COMPOSITION RENOUVELABLE DE CARBUREACTEUR

Domaine technique

La présente invention concerne le domaine des carburéacteurs et en particulier un
5 carburéacteur issu de charges renouvelables.

Contexte de l'invention

Le carburant conventionnel de type carburéacteur est produit à partir de pétrole brut et contient un mélange complexe d'hydrocarbures qui ont typiquement 6 à 18 atomes de carbone. Ces hydrocarbures comprennent des alcanes linéaires et ramifiés, des
10 cycloalcanes et des hydrocarbures aromatiques. En raison de la charge d'origine pétrolière et des procédés de production, le carburant conventionnel de type carburéacteur, appelé également jet, contient typiquement jusqu'à 25 % en masse d'hydrocarbures aromatiques, plus généralement 10% à 25% en masse d'hydrocarbures aromatiques. Une proportion significative, habituellement de l'ordre
15 de moins de 5 % d'hydrocarbures aromatiques, sont polycycliques (c'est-à-dire qu'ils contiennent deux ou plusieurs cycles aromatiques) et généralement de type naphthalènes. De tels composés sont nocifs pour la santé (par exemple cancérigènes) et ont de mauvaises propriétés de combustion.

Les contraintes environnementales, économiques et énergétiques ont encouragé la
20 diversification des ressources énergétiques et le développement de nouveaux carburants en particulier dans le domaine de l'aviation.

Les carburants renouvelables dérivés de la matière biologique sont une alternative aux combustibles fossiles conventionnels. Les jets conventionnels peuvent être mélangés à des bases paraffiniques issues de charges renouvelables telles que
25 prévues par la norme D7566-21 permettant ainsi la production de carburants d'aviation alternatifs. Les bases pour carburant d'aviation issues de charges renouvelables pouvant être incorporées à du jet fossile sont :

- Les kérosènes paraffiniques synthétiques [SPK], issus de procédés tels que le procédé Fischer-Tropsch, l'hydrotraitement d'esters et d'acides gras [HEFA-

SPK] ou produit par la voie Alcohol-to-jet (transformation d'alcool en kérosène) [ATJ-SPK]

- Les isoparaffines synthétiques produites par hydrotraitement à partir de sucres fermentés [SIP-HFS]
- 5 • Les kérosènes aromatiques synthétiques obtenus par alkylation d'aromatiques légers de source non-pétrolière [SPK/A]
- Les kérosènes de synthèse obtenus à partir de la conversion hydrothermique d'esters d'acide gras et d'acide gras.
- 10 • Les kérosènes paraffiniques synthétiques [SPK] obtenus à partir d'hydrocarbures, d'esters et d'acides gras hydrotraités.

Actuellement, ces bases de carburant d'aviation renouvelables ne peuvent pour la plupart être utilisées seules en raison de leur composition très éloignée des jets fossiles qui posent notamment des problèmes de compatibilité avec les matériaux des
15 éléments avec lesquels le carburant est en contact. Sur ce point, l'absence de composés aromatiques dans la majorité des bases de carburant d'aviation renouvelables disponibles peut engendrer des problèmes de compatibilité avec les matériaux, et en particulier certains joints.

En effet une teneur minimale en composés aromatiques dans les carburéacteurs est
20 fixée à 8% en volume par la spécification ASTM-D1655-21. Par ailleurs, la teneur en composés aromatiques est limitée à 25% en volume maximum dans les jets selon la spécification ASTM D1655-21a du jet A1. Une teneur trop élevée en aromatiques ainsi que l'incorporation d'aromatiques de type polyaromatiques peuvent entraîner de mauvaises propriétés de combustion.

25 **Art antérieur**

Le brevet US 10,731,085 décrit une production de carburant renouvelable pour des applications diesel ou jet contenant des paraffines et des aromatiques. La composition est obtenue par hydroprocessing de charges biologiques suivi d'un fractionnement. La composition contient de 10 à 40% en masse de cycloalcanes en C8-C30. La
30 composition peut être utilisée en mélange avec un carburéacteur issu de charge fossile.

Le brevet US 2009/0253947 décrit un procédé de production, en particulier un procédé de production intégré, d'un mélange de carburant à partir d'un composant riche en paraffines et d'un composant riche en composés cycliques, chacun des composants étant généré à partir d'une matière première renouvelable.

- 5 Le brevet EP3292187 décrit un composé aromatique utilisé dans un mélange comprenant un kérosène d'origine pétrolière et un biokérosène.

Le brevet FR3041360 décrit un mélange d'un kérosène qui peut être un kérosène paraffinique synthétique (SPK-HEFA ou SPK -FT) ou iso paraffine synthétique (SIP) et d'un ou plusieurs composés aromatiques qui peuvent être seuls ou en mélange.

- 10 Les composés aromatiques décrits sont du benzène substitué et/ou la tétraline (C₁₀H₁₂) et/ou la décaline (C₁₀H₁₆). La teneur en benzène substitué par n méthyles, n étant un entier compris entre 1 et 6, étant comprise entre 2 et 15% en volume par rapport au volume total de la composition.

- Le document US 2009/0000185 décrit un kérosène comprenant un premier
15 composant d'origine non pétrolière comprenant majoritairement des iso-paraffines et des n-paraffines et un deuxième composant comprenant majoritairement des hydrocarbures sélectionnés parmi les cycloalcanes et les aromatiques.

- Aucune de ces compositions ne permet d'optimiser la teneur et le type de composés aromatiques dans la composition finale de carburéacteur afin d'améliorer la qualité de
20 combustion, et en particulier le point de fumée, tout en assurant une bonne compatibilité avec les systèmes existants.

- Il existe donc un réel besoin d'un nouveau carburant issu exclusivement de charges renouvelables, en particulier un carburéacteur dont la teneur en aromatiques et principalement en monoaromatiques est optimisée grâce à l'incorporation d'une base
25 aromatique en mélange avec une base principalement paraffinique.

Description de l'invention

- L'invention vise à fournir une composition dont la teneur en aromatiques et la nature desdits aromatiques sont optimisées. En effet, une teneur en aromatiques optimisée permet d'ajuster le blending, en particulier pour atteindre la spécification en
30 aromatiques sans introduire d'excès d'aromatiques comme c'est le cas pour les jets fossiles. Plus encore, l'optimisation permet de contrôler la nature des aromatiques et

d'incorporer principalement des monoaromatiques permettant d'améliorer les propriétés de combustion.

A cet effet, l'invention concerne une composition de carburéacteur issue de charges renouvelables comprenant :

- 5 a) de 65% à 95% en masse, de préférence de 70% à 95% en masse, d'au moins une base paraffinique issue d'un hydrotraitement d'esters et d'acides gras ou d'un procédé Fischer-Tropsch et comprenant au moins 90% en masse de paraffines,
- b) de 5% à 35% en masse, de préférence de 5% à 30% en masse, d'au moins une
10 base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 caractérisée en ce que ladite base aromatique correspond à la fraction C6-C16 ou C8-C16 d'un biocarburant produit par un procédé de conversion en carburant d'au moins un bioalcool en C2 et caractérisée en ce que ladite base aromatique contient au moins 60% en masse de composés aromatiques lesdits composés aromatiques comprenant au moins 50% en masse de benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5, n étant un entier de 1 à 3,
- 15 dans laquelle ladite composition de carburéacteur comprend moins de 9,5% en masse de cycloalcanes en C6-C16.

Avantageusement, la base aromatique peut correspondre à la fraction C6-C16 ou C8-C16 d'un biocarburant en C4+, notamment d'un biocarburant en C4-C20 ou en C6-C20, le biocarburant étant produit par un procédé de conversion en carburant d'au
20 moins un bioalcool en C2.

Dans un mode de réalisation, l'au moins une base aromatique b) peut être une base aromatique en C8-C16 et ladite base aromatique correspond à la fraction C8-C16 d'un biocarburant en C6-C20 produit par un procédé de conversion en carburant d'au moins un bioalcool en C2.

25 On notera qu'une teneur en base paraffinique de 65% à 95% en masse, respectivement de 70% à 95% en masse, correspond à une teneur d'environ 68% à 96% en volume, respectivement d'environ 73% à 96% en volume. Une teneur en base aromatique de 5% à 35% en masse, respectivement de 5% à 30% en masse, correspond à une teneur d'environ 4% à 32% en volume, respectivement d'environ
30 4% à 27% en volume.

Avantageusement, la composition de carburéacteur comprend de 70% à 80% en masse de l'au moins une base paraffinique a), de préférence de 80% à 85%, préférentiellement de 85% à 92% en masse, encore plus préférentiellement de 92% à 95% en masse.

- 5 Avantageusement, la composition de carburéacteur comprend de 20% à 30% en masse de l'au moins une base aromatique b), de préférence de 15% à 20% en masse, préférentiellement de 8% à 15% en masse, encore plus préférentiellement de 5 à 8% en masse.

- 10 Avantageusement, l'au moins une base aromatique selon b) contient au moins 70% en masse de composés aromatiques, de préférence au moins 80% en masse de composés aromatiques, préférentiellement au moins 90% en masse de composés aromatiques. En particulier, ces composés aromatiques sont majoritairement (à savoir à plus de 50% en masse) des composés monoaromatiques.

- 15 Avantageusement, l'au moins une base paraffinique a) est produite à partir d'une ou plusieurs huiles choisies parmi les huiles végétales, les graisses animales, préférentiellement les huiles hautement saturées non comestibles, les huiles usagées, les sous-produits du raffinage des huiles végétales ou d'huile(s) animale(s) contenant des acides gras libres, des tallols, et des huiles produites par des bactéries, levures, algues, procaryotes ou eucaryotes.

- 20 L'invention concerne également un procédé de production d'une composition de carburéacteur issue de charges renouvelables comprenant au moins les étapes suivantes :

- 25 a) La production d'au moins une base paraffinique à partir d'un hydrotraitement d'esters et d'acides gras ou d'un procédé Fischer-Tropsch, ladite au moins une base paraffinique comprenant au moins 90% en masse de paraffines

- b) La production d'au moins une base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 comprenant au moins les étapes suivantes :

- i) la production d'un biocarburant par un procédé de conversion en carburant de bioéthanol seul ou en mélange avec d'autres bioalcools en C1-C6,

ii) la récupération de ladite base aromatique en C6-C16 ou C8-C16 par fractionnement dudit biocarburant obtenu à l'étape i),

ladite base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 comprenant au moins 60 % de composés aromatiques lesdits composés aromatiques comprenant au moins 50% en
5 masse de benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5, n étant un entier de 1 à 3,

c) Le mélange de 65% à 95% en masse, de préférence de 70% à 95% en masse, de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 5% à 35% en masse, de préférence avec 5% à 30% en masse, de l'au moins une base aromatique produite
10 à l'étape b) pour obtenir une composition de carburéacteur contenant moins de 9,5% en masse de cycloalcanes en C6-C16.

Dans un mode de réalisation, l'étape b) i) est une étape de production d'un biocarburant en C4+, notamment en C4-C20 ou en C6-C20, par un procédé de conversion en carburant de bioéthanol seul ou en mélange avec d'autres bioalcools
15 en C1-C6.

Avantageusement, l'au moins une base paraffinique issue de l'étape a) est produite à partir d'une ou plusieurs huiles choisies parmi les huiles végétales, les graisses animales, préférentiellement les huiles hautement saturées non comestibles, les huiles usagées, les sous-produits du raffinage des huiles végétales ou d'huile(s)
20 animale(s) contenant des acides gras libres, des tallols, et des huiles produites par des bactéries, levures, algues, procaryotes ou eucaryotes.

Avantageusement, l'étape c) comprend le mélange de 70% à 80% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 20% à 30% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b).

25 Alternativement, l'étape c) comprend le mélange de 80% à 85% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 20% à 15% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b).

Alternativement, l'étape c) comprend le mélange de 85% à 92% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 15% à 8% en masse de l'au
30 moins une base aromatique produite à l'étape b).

Alternativement, l'étape c) comprend le mélange de 92% à 95% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 5% à 8% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b).

Les étapes a), b) et c) peuvent être opérées dans des procédés distincts.

5 Description détaillée de l'invention

Les termes « comprenant » et « comprend » tels qu'utilisés ici sont synonymes avec « incluant », « inclut » ou « contient », « contenant », et sont inclusifs ou sans bornes et n'excluent pas de caractéristiques additionnelles, d'éléments ou d'étapes de méthodes non spécifiés.

- 10 Les expressions % en poids et % en masse ont une signification équivalente et se réfèrent à la proportion de la masse d'un produit rapportée à 100g d'une composition le comprenant.

- 15 Les distributions du nombre de carbone sont déterminées par la distribution du point d'ébullition réel et par chromatographie en phase gazeuse. Telle qu'utilisée dans cette spécification, la quantité totale de paraffines et d'iso-paraffines à un nombre de carbone donné est déterminée par la norme NF EN ISO 22854 pour les coupes aromatiques et par chromatographie en phase gazeuse (GCxGC) pour les mélanges de base paraffinique et de coupe aromatique.

- 20 La teneur en composés aromatiques et en naphthènes peut être déterminée par chromatographie en phase gazeuse (GcxGC phase inverse). La teneur en composés aromatiques peut être déterminée selon la norme ASTM D1319-20A.

- 25 Les points d'ébullition tels que mentionnés ici sont mesurés à pression atmosphérique, sauf indication contraire. Un point d'ébullition initial est défini comme la valeur de température à partir de laquelle une première bulle de vapeur est formée. Un point d'ébullition final est la plus haute température atteignable lors d'une distillation. A cette température, plus aucune vapeur ne peut être transportée vers un condensateur. La détermination des points initial et final fait appel à des techniques connues du métier et plusieurs méthodes adaptées en fonction du domaine de températures de distillation sont applicables. On pourra ici faire appel à la norme ASTM D86-20b.

- 30 Le point de congélation d'un hydrocarbure de type carburéacteur peut être mesuré selon les normes ASTM D2386-19 / D7153-15e1 / D5972-16 / IP435 (2016).

La densité d'un hydrocarbure de type carburéacteur peut être mesurée selon la norme ASTM D4052-18 ou IP 365.

Base paraffinique selon l'invention

On entend par base paraffinique un carburant synthétique paraffinique produit à partir
5 de matière première d'origine non pétrolière compatible avec la spécification ASTM D7566:21 et contenant au moins 90% en masse, et le plus souvent au moins 95% en masse de composés paraffiniques.

Ces composés paraffiniques comprennent typiquement des iso-paraffines, des n-
paraffines et des cyclo-paraffines, les iso-paraffines étant avantageusement
10 présentes majoritairement (à plus de 50% en masse).

Ledit carburant synthétique paraffinique est avantageusement un kérosène
paraffinique synthétique (SPK) issu d'un hydrotraitement d'esters et d'acides gras
(SPK-HEFA) ou issu d'un procédé Fischer Tropsch (SPK-FT).

Le carburant synthétique paraffinique de la présente invention est ainsi un carburant
15 renouvelable obtenu exclusivement à partir de composés d'origine non fossile.

Le carburant synthétique paraffinique renouvelable SPK-HEFA peut être produit à
partir d'huile(s) d'origine naturelle par un procédé d'hydrogénation et de
désoxygénation d'esters d'acides gras et d'acides gras libres et du traitement ultérieur
du produit comprenant l'hydrocraquage, ou l'hydroisomérisation, ou l'isomérisation, ou
20 une combinaison de ces étapes, et peut inclure d'autres procédés de raffinage
conventionnels. En d'autres termes, le carburant synthétique paraffinique
renouvelable SPK-HEFA est produit à partir de l'hydrotraitement d'esters et d'acides
gras d'une huile d'origine naturelle.

Une huile d'origine naturelle est définie comme une huile d'origine biomasse et ne
25 contenant aucune huile minérale. Dans la description « huile(s) d'origine naturelle »
désigne indifféremment les huiles, les graisses et leurs mélanges.

La ou lesdites huiles d'origine naturelle peuvent contenir une ou plusieurs huiles
choisies parmi les huiles végétales, les graisses animales, préférentiellement les
huiles hautement saturées non comestibles, les huiles usagées, les sous-produits du
30 raffinage d'huile(s) végétale(s) ou d'huile(s) animale(s) contenant les acides gras

libres, les tallols et les huiles produites par des bactéries, des levures, des algues, des procaryotes ou des eucaryotes.

Les huiles végétales appropriées sont par exemple l'huile de palme, l'huile de palmiste, l'huile de soja, l'huile de colza (colza ou canola), l'huile de tournesol, l'huile
5 de lin, l'huile de son, l'huile de riz, l'huile de maïs, l'huile d'olive, l'huile de ricin, l'huile de sésame, l'huile de pin, l'huile d'arachide, l'huile de moutarde, l'huile de carinata, l'huile de chanvre, l'huile de noix de coco, l'huile de babasu, l'huile de coton, l'huile de linola, l'huile de jatropha.

Les graisses animales comprennent le suif, le saindoux, la graisse (graisse jaune et
10 brune), l'huile/la graisse de poisson, la matière grasse, les graisses de lait.

Les sous-produits du raffinage des huiles végétales ou animales sont des sous-produits contenant des acides gras libres qui sont éliminés des graisses et huiles brutes par neutralisation ou distillation sous vide ou à la vapeur. Un exemple typique est le PFAD (Palm Fatty Acid Distillate).

15 Les huiles usagées comprennent les huiles de cuisson usagées (huiles alimentaires usagées) et les huiles récupérées à partir des eaux résiduelles, telles que les graisses/huiles de vidange, les huiles de gouttière, les huiles d'égout, par exemple des stations d'épuration des eaux, et les graisses usagées de l'industrie alimentaire.

Les tall oil, y compris les tall oil bruts, les tall oil distillés (DTO) et les acides gras de
20 tall oil (TOFA), de préférence le DTO et le TOFA, peuvent également être utilisés dans la présente invention.

Le tall oil, ou autrement appelé tallol, est un sous-produit liquide du procédé Kraft de transformation du bois, permettant d'isoler d'une part la pâte de bois utile à l'industrie papetière. Le tall oil est essentiellement obtenu lorsque les conifères sont utilisés dans
25 le procédé Kraft. Après traitement des copeaux de bois avec du sulfure de sodium en solution aqueuse, le tall oil isolé est alcalin. Ce dernier est ensuite acidifié avec de l'acide sulfurique pour produire du tall oil brut.

La ou les huiles d'origine naturelle utilisées dans la présente invention comprennent également des huiles produites par des micro-organismes, soit des micro-organismes
30 naturels soit des micro-organismes génétiquement modifiés, tels que des bactéries, des levures, des algues, des procaryotes ou des eucaryotes. En particulier de telles

huiles peuvent être récupérées par des méthodes d'extraction mécanique ou chimique bien connues.

Le carburant synthétique paraffinique renouvelable SPK-FT est issu d'un procédé de Fischer Tropsch et peut être produit à partir de biomasse solide. La conversion thermochimique de la biomasse (gazéification et synthèse Fisher-Tropsch), aussi
5 appelée BtL (Biomass to Liquid), comprend les étapes suivantes : conditionnement de la biomasse (préparation, trituration, torréfaction), gazéification de la biomasse (obtention d'un gaz de synthèse), purification du gaz de synthèse, synthèse Fisher-Tropsch pour transformer le gaz en biocarburant de synthèse.

10 Quel que soit le procédé précité utilisé, le carburant synthétique paraffinique peut avoir été soumis à une étape de distillation avant son incorporation dans la composition de l'invention, afin d'éliminer les paraffines les plus lourdes qui ne permettraient pas de respecter les propriétés à froid du jet, en particulier le point de disparition des cristaux qui doit être inférieur à -47°C pour le Jet A1. Les composés les plus légers peuvent
15 également être séparés par distillation, afin de respecter, notamment, les propriétés de volatilité et du point éclair du jet A1.

Quel que soit le procédé précité utilisé, le carburant synthétique paraffinique renouvelable peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- une teneur en paraffines supérieure à 90% en masse,
- 20 • une teneur en cycloparaffines inférieure à 10 % en masse,
- un point de congélation inférieur à -30°C, de préférence inférieur à -40°C, par exemple inférieur à -47°C,
- une densité (masse volumique) à 15°C comprise entre 730 et 780kg/m³,
- un intervalle de distillation de 145°C à 315°C,
- 25 • une teneur en isoparaffines de 70 % en masse ou plus.

Base aromatique selon l'invention

La base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 peut être produite selon les étapes suivantes :

- 30 i) production d'un biocarburant en soumettant du bioéthanol issu d'au moins une charge renouvelable à un procédé de conversion d'alcool en carburant,

ii) récupération par fractionnement de ladite base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 issue dudit biocarburant obtenu à l'étape i).

Dans un mode de réalisation, la base aromatique est une base aromatique en C8-C16.

- 5 Le biocarburant produit à l'étape i) est typiquement un biocarburant en C4+, notamment en C4-C20 ou en C6-C20.

La base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 peut être produite selon les étapes suivantes :

- i) production d'un biocarburant en C4+, notamment en C4-C20 ou en C6-C20
10 en soumettant du bioéthanol issu d'au moins une charge renouvelable à un procédé de conversion d'alcool en carburant,

ii) récupération par fractionnement de ladite base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 issue dudit biocarburant obtenu à l'étape i).

Etape i) : production d'un biocarburant

- 15 La production du biocarburant selon l'étape i) peut être obtenue par conversion de bioéthanol seul ou en mélange avec d'autres bioalcools en C1-C6, dans un procédé catalytique. Le procédé catalytique peut être réalisé sur un lit d'aluminosilicate de préférence de type zéolithe.

- Le bioéthanol peut être produit à partir de la fermentation éthanolique par l'action
20 fermentaire de micro-organismes, de levures et/ou de bactéries d'au moins une matière première d'origine végétale

Un mode d'obtention du biocarburant, notamment d'un biocarburant en C4+, par exemple en C4-C20 ou en C6-C20 est décrit par exemple dans les brevets EP2940103 ou EP3307853.

- 25 Etape ii) : récupération de la base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16

Le biocarburant obtenu lors de l'étape i), notamment le biocarburant en C4+, par exemple en C4-C20 ou en C6-C20, est fractionné pour récupérer la fraction C6-C16 ou C8-C16 afin de satisfaire aux propriétés de volatilité des carburants aviation.

La base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 selon l'invention peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- au moins 60 % en masse de composés aromatiques en C8-C16, notamment de composés monoaromatiques, lesdits composés aromatiques comprenant
5 au moins 50% en masse de benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5, n étant un entier de 1 à 3,
- de 8% en masse à 15% en masse de naphthènes,
- de 5% en masse à 15% en masse d'isoparaffines,
- moins de 5% en masse de n-paraffines,
- 10 • une masse volumique de 855 à 870 kg/m³ mesurée selon la norme ASTM D1298-12b (2017).

On notera que lesdits composés aromatiques présents en une teneur d'au moins 60% en masse comprennent du benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5. Ces composés aromatiques peuvent ainsi comprendre un mélange de molécules de
15 benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5, et optionnellement des molécules de benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5 et par m méthyle, m étant un entier de 1 à 3.

En particulier, la production des bases paraffiniques et aromatiques selon l'invention peut être réalisée à partir de sources renouvelables différentes, et notamment par des
20 procédés séparés.

Mélange selon l'invention

Avantageusement, la composition de carburéacteur selon l'invention peut être conforme aux exigences Jet A ou Jet A1 telles que définies dans la norme ASTM D7566 :2021 de juillet 2021 correspondant sensiblement à la DefStan 91-091 Issue
25 12, ou dans la DefStan 91-091 Issue 11 qui fait référence à la norme ASTM D7566:21. En particulier, les teneurs en base paraffinique a) et en base aromatique b) dans la composition de carburéacteur selon l'invention peuvent être choisies de telle sorte que la composition de carburéacteur selon l'invention soit conforme à ces exigences.

Dans un mode de réalisation avantageux, l'au moins une base paraffinique a) et l'au
30 moins une base aromatique b) sont issues de traitements séparés de charges

renouvelables (de procédés distincts), notamment de charges renouvelables distinctes.

Dans un mode de réalisation préféré, la composition de carburéacteur selon l'invention est constituée des bases paraffiniques a) et aromatiques b) issues de charges renouvelables. Notamment, la composition de carburéacteur selon l'invention est exempte de composants d'origine pétrolière.

Description des figures

Fig. 1: Répartition des hydrocarbures dans le mélange selon l'exemple 1.

Fig. 2 : courbe d'évolution du point de fumée en fonction de la teneur en aromatique de coupes 150-230°C.

Les exemples ci-dessous illustrent l'invention sans pour autant en limiter la portée.

Exemples

Exemple 1

Un mélange selon l'invention est préparé. Le mélange contient 90% en masse d'HEFA conforme à la base paraffinique a) selon l'invention et 10% en masse de la base aromatique b) en C8-C16.

D'autres additifs peuvent être ajoutés à la composition de telle sorte que la composition de carburéacteur selon l'invention soit conforme aux exigences de la norme ASTM D7566:21.

L'ajout de la base aromatique b) permet d'obtenir une composition dans laquelle la teneur en C8-C12 est augmentée comme représenté sur la figure 1.

Par rapport à un jet fossile, la composition selon l'invention a une faible teneur en hydrocarbures aromatiques polycycliques. Aussi, la quantité d'hydrocarbures monoaromatiques par rapport à la quantité totale d'hydrocarbures aromatiques est plus élevée pour la présente composition que pour le jet fossile. La composition est ainsi utile pour réduire la teneur en hydrocarbures polyaromatiques d'un carburant et augmenter la proportion d'hydrocarbures monoaromatiques. Des avantages sont obtenus en termes d'amélioration de la combustion avec une amélioration du point de fumée et une diminution des émissions de suie.

Exemple 2 – Effet sur le point de fumée

Des coupes kérosènes (150-230°C) provenant de différents bruts d'origine fossile ont été analysées afin de déterminer leur teneur en composés aromatiques et le point de fumée.

- 5 Le point de fumée a été déterminé selon la norme ASTM D1322-19.

La teneur en composés aromatiques a été déterminée selon la norme ASTM D1319-20A.

La figure 2 représente l'évolution du point de fumée en fonction de la teneur en aromatiques de ces coupes kérosènes.

- 10 Des compositions C1-C4 de carburéacteur selon l'invention ont été préparées dans les proportions reportées dans le tableau 1. Ces compositions sont des mélanges d'un SPK-HEFA (masse volumique de 760,9 kg/m³) avec une base aromatique A1 (composition C1) ou avec une base aromatique A2 (compositions C2-C4).

- 15 La base aromatique A1 correspond à une coupe 140+°C d'un biocarburant. La base aromatique A2 correspond à une coupe 135+°C d'un biocarburant. Ces bases contiennent essentiellement des composés de point de coupe 150°C et plus.

Les caractéristiques des bases aromatiques A1 et A2 sont rassemblées dans les tableaux 2 à 4. La masse volumique a été déterminée selon la norme ASTM D1298-12b (2017).

- 20 Le point de fumée des compositions C1-C4 a été mesuré et est reporté dans le tableau 1.

Tableau 1

	C1	C2	C3	C4	SPK-HEFA
% vol SPK-HEFA	86,00	85,00	90,00	95,60	100,0
% vol base aromatique	14,00	15,00	10,00	4,40	0,00
% masse SPK-HEFA	84,34	83,34	88,82	95,00	100,00
% masse base aromatique	15,66	16,66	11,18	5,00	0,00
Point de fumée (mm)	32,1	33,0	43,0	42,0	51,3

Tableau 2

	Base Aromatique A1			Base Aromatique A2		
Masse volumique	868 kg/m ³			862 kg/m ³		
Composition		(%m)	(%vol)		(%m)	(%vol)
coupes	140-145°C	5,05	5,18			
	145-150°C	3,03	3,10	135-150°C	21,87	22,50
	150+°C	91,92	91,72	150+°C	78,13	77,50

Tableau 3 – Composition de la base A1 par analyse selon la norme NF EN ISO 22854

Base Aromatique A1							
(%m)	C1-C7	C8	C9	C10	C11	C12+	Total
Naphtènes	0,00	0,06	1,89	1,48	0,21	0,00	3,65
Iso-paraffines	0,00	0,00	0,60	0,87	0,37	0,00	1,85
N-paraffines	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	0,09
Cyclo-oléfines	0,00	0,02	0,40	0,44	0,12	0,00	0,98
Oléfines	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Aromatiques	0,00	9,51	78,10		0,00	0,00	0,00
Composés de point de coupe 200+°C							5,05 ⁽¹⁾
Polynaphtènes							0,76
Total							100,00

(1) dont 4,25%m de C11+

5

Tableau 4 – Composition de la base A2 par analyse selon la norme NF EN ISO 22854

Base Aromatique A2								
(%m)	C1-C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12+	Total
Naphtènes	0,00	0,00	0,63	3,09	1,51	0,27	0,00	5,50
Iso-paraffines	0,00	0,00	0,12	2,03	0,94	0,37	0,00	3,46
N-paraffines	0,00	0,00	0,03	0,09	0,02	0,00	0,00	0,14
Cyclo-oléfines	0,00	0,00	0,15	0,56	0,33	0,08	0,00	1,11
Oléfines	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,07

Aromatiques	0,00	0,05	17,80	67,26	0,00	0,00	85,11
Composés de point de coupe 200+°C							3,96 ⁽¹⁾
Polynaphtènes							0,65
Total							100,00

(1) dont 3,47%_m de C11+

Le tableau 5 rassemble les teneurs totales en aromatiques des compositions C1 et C2.

5 Tableau 5 :

Composition	Teneur en aromatique (% m) par NF EN ISO 22854	Teneur en aromatique (% vol) par FIA – ASTM D1319)
C1	14.4	13.3
C2	14.84	12.4

Comme on peut le voir sur la figure 2, un carburateur d'origine fossile présentant une teneur totale en composés aromatiques de 12 ou 13% en volume présente un point de fumée de 27-28 mm alors que les carburateurs selon l'invention présentent un point de fumée de 32-33 mm. Cet écart avec les valeurs des carburéacteurs fossiles est supérieur à la reproductibilité de la norme et met en évidence l'amélioration du point de fumée des compositions de carburant selon l'invention.

Par ailleurs, comme le montre le tableau 1, un effet sur le point de fumée par rapport aux carburéacteurs fossiles est observé dès 4,4% en volume de base aromatique.

15 Exemple 3 – Effet sur la masse volumique et la viscosité

Les viscosités cinématiques à -20°C et -40°C ont été déterminées selon la norme ASTM D445-21 pour les mélanges C2-C4 de l'exemple 2.

Les valeurs des viscosités cinématiques sont présentées dans le tableau 6 et comparées aux valeurs calculées selon la loi de mélange. Dans le tableau, R représente la reproductibilité de la mesure à -20°C (la même reproductibilité a été

utilisée pour les viscosités à -20 et -40°C dans la mesure où la norme ne donne pas de reproductibilité pour la viscosité à -40°C).

Tableau 6

Composition	C2	C3	C4
Teneur en SPK-HEFA (%vol)	85,0	90,0	95,60
Viscosité cinématique à -20°C -R	4,543	4,841	5,424
Viscosité cinématique à -20°C mesurée	4,568	4,868	5,455
Viscosité cinématique à -20°C + R	4,593	4,895	5,486
Viscosité cinématique à -20°C Calculée	4,624	4,970	5,467
Viscosité cinématique à -40°C -R	9,337	10,349	12,013
Viscosité cinématique à -40°C mesurée	9,408	10,43	12,11
Viscosité cinématique à -40°C + R	9,479	10,511	12,207
Viscosité cinématique à -40°C Calculée	9,818	10,81	12,28

- 5 Malgré la masse volumique élevée de la base aromatique A2, on observe un abaissement de la viscosité cinématique à -20°C et -40°C des compositions de carburéacteur selon l'invention réalisées avec cette base aromatique, dès lors que la composition contient plus de 4% en volume de base aromatique.

REVENDICATIONS

1. Composition de carburéacteur issue de charges renouvelables comprenant :
 - a. de 65 à 95% en masse, de préférence de 70% à 95% en masse, d'au moins une base paraffinique issue d'un hydrotraitement d'esters et d'acides gras ou d'un procédé Fischer-Tropsch et comprenant au moins 90% en masse de paraffines,
 - b. de 5% à 35% en masse, de préférence de 5% à 30% en masse, d'au moins une base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 caractérisée en ce que ladite base aromatique correspond à la fraction C6-C16 ou C8-C16 d'un biocarburant produit par un procédé de conversion en carburant d'au moins un bioalcool en C2 et caractérisée en ce que ladite base aromatique contient au moins 60% en masse de composés aromatiques, lesdits composés aromatiques comprenant au moins 50% en masse de benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5, n étant un entier de 1 à 3,dans laquelle ladite composition de carburéacteur comprend moins de 9,5% en masse de cycloalcanes en C6-C16.
2. Composition de carburéacteur selon la revendication 1, dans laquelle l'au moins une base aromatique correspond à la fraction C6-C16 ou C8-C16 d'un biocarburant en C4+, notamment en C4-C20 ou en C6-C20, produit par un procédé de conversion en carburant d'au moins un bioalcool en C2.
3. Composition de carburéacteur selon la revendication 1 ou 2, comprenant de 70% à 80% en masse de l'au moins une base paraffinique a), de préférence de 80% à 85% en masse de l'au moins une base paraffinique a), préférentiellement de 85% à 92% en masse de l'au moins une base paraffinique a), encore plus préférentiellement de 92% à 95% en masse.
4. Composition de carburéacteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant de 20% à 30% en masse de l'au moins une base aromatique b), de préférence de 15% à 20% en masse de l'au moins une base aromatique b),

préférentiellement de 8% à 15% en masse de l'au moins une base aromatique b), encore plus préférentiellement de 5% à 8% en masse.

5 5. Composition de carburéacteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la base aromatique selon b) contient au moins 70% en masse de composé aromatiques, de préférence au moins 80% en masse de composés d'aromatiques, préférentiellement au moins 90% en masse de composés aromatiques.

10 6. Composition de carburéacteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'au moins une base paraffinique a) est produite à partir d'une ou plusieurs huiles choisies parmi les huiles végétales, les graisses animales, préférentiellement les huiles hautement saturées non comestibles, les huiles usagées, les sous-produits du raffinage des huiles végétales ou
15 d'huile(s) animale(s) contenant des acides gras libres, des tallols, et des huiles produites par des bactéries, levures, algues, procaryotes ou eucaryotes.

7. Procédé de production d'une composition de carburéacteur issue de charges renouvelables comprenant au moins les étapes suivantes :

20 a) La production d'au moins une base paraffinique à partir d'un hydrotraitement d'esters et d'acides gras ou d'un procédé Fischer-Tropsch, ladite au moins une base paraffinique comprenant au moins 90% en masse de paraffines

25 b) La production d'au moins une base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 comprenant au moins les étapes suivantes :

i) la production d'un biocarburant par un procédé de conversion en carburant de bioéthanol seul ou en mélange avec d'autres bioalcools en C1-C6,

30 ii) la récupération de ladite base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 par fractionnement dudit biocarburant obtenu à l'étape i), ladite base aromatique en C6-C16 ou en C8-C16 comprenant au moins 60 % en masse de composés aromatiques, lesdits composés aromatiques comprenant au moins 50% en masse de benzène substitué par au moins n alkyle en C2-C5, n étant un entier de 1 à 3,

- 5 c) Le mélange de 65% à 95% en masse, de préférence de 70% à 95% en masse, de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 5% à 35% en masse, de préférence avec 5% à 30% en masse, de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b) pour obtenir une composition de carburéacteur contenant moins de 9,5% en masse de cycloalcanes en C6-C16.
- 10 8. Procédé de production d'une composition de carburéacteur issue de charges renouvelables selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'étape b) i) est une étape de production d'un biocarburant en C4+, notamment en C4-C20 ou en C6-C20.
- 15 9. Procédé de production d'une composition de carburéacteur issue de charges renouvelables selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que l'au moins une base paraffinique issue de l'étape a) est produite à partir d'une ou plusieurs huiles choisies parmi les huiles végétales, les graisses animales, préférentiellement les huiles hautement saturées non comestibles, les huiles usagées, les sous-produits du raffinage des huiles végétales ou d'huile(s) animale(s) contenant des acides gras libres, des tallols, et des huiles produites par des bactéries, levures, algues, procaryotes ou eucaryotes.
- 20 10. Procédé de production d'une composition de carburéacteur issue de charges renouvelables selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le mélange de l'étape c) comprend le mélange de 70% à 80% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 20% à 30% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b), de préférence, l'étape c) comprend le mélange de 80% à 85% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 20% à 15% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b), préférentiellement, l'étape c) comprend le mélange de 85% à 92% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 15% à 8% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b), encore plus préférentiellement, l'étape c) comprend le mélange de 92% à 95% en masse de l'au moins une base paraffinique produite à l'étape a) avec 5% à 8% en masse de l'au moins une base aromatique produite à l'étape b).

11. Procédé de production d'une composition de carburéacteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les étapes a), b) et c) sont opérées dans des procédés distincts.