

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2015/110653 A1

(43) Date de la publication internationale
30 juillet 2015 (30.07.2015)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
C10L 9/08 (2006.01) C10L 5/44 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2015/051597
- (22) Date de dépôt international :
27 janvier 2015 (27.01.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1450656 27 janvier 2014 (27.01.2014) FR
- (71) Déposant : AREVA RENOUVELABLES [FR/FR]; 1
Place Jean Millier Tour Areva, F-92084 Paris La Defense
(FR).
- (72) Inventeurs : MATEOS, David; 11 rue de l'amiral Prouhet,
F-33600 Pessac (FR). CASTAGNO, Florian; Bat. F, Appt
603, 51 rue des trois Conils, F-33000 Bordeaux (FR).
- (74) Mandataires : BLOT, Philippe et al.; Lavoix, 2, place
d'Estienne d'Orves, F-75009 Paris (FR).

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

Publiée :

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

(54) Title : METHOD AND PLANT FOR ROASTING BIOMASS

(54) Titre : PROCÉDÉ ET CENTRALE DE TORRÉFACTION DE BIOMASSE

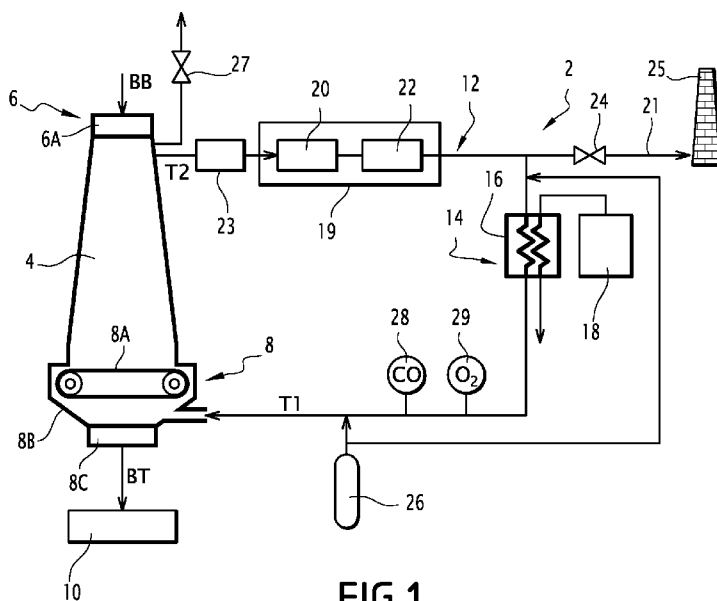


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to a method for roasting biomass, which comprises the biomass flowing by gravity from the top to the bottom of a column (4) against a flow of hot gases circulating from the bottom to the top of the column (4), establishing a temperature gradient increasing from the top to the bottom of the column (4), recovering the gases at the top of the column and recirculating same to the bottom of the column (4) by means of a gas circuit (12) such that the gases circulate in a closed loop in the column (4) and the gas circuit (12), and heating the recovered gases by passing same through a heat exchanger (16) prior to recirculating same to the bottom of the column (4).

(57) Abrégé : Ce procédé de torréfaction de biomasse, comprenant l'écoulement gravitaire de biomasse du haut vers le bas d'une colonne (4) à contre-courant de gaz chauds circulant du bas vers le haut de la colonne (4), avec établissement d'un gradient de température croissant du haut vers le bas de la colonne (4), la récupération des gaz en haut de la colonne et leur recyclage en bas de la colonne (4) à l'aide d'un circuit de gaz (12) de sorte que les gaz circulent en boucle fermée dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12), et le chauffage des gaz récupérés

par passage au travers d'un échangeur thermique (16) avant leur recyclage en bas de la colonne (4).

WO 2015/110653 A1

Procédé et centrale de torréfaction de biomasse

La présente invention concerne le domaine de la torréfaction de biomasse, en particulier de la biomasse lignocellulosique, notamment du bois et de la bagasse.

5 La biomasse lignocellulosique comprend de l'eau, des composés volatiles et du carbone fixe. La torréfaction de la biomasse permet d'évaporer l'eau et une partie des composés volatiles, pour conserver les composés les plus énergétiques.

La torréfaction de biomasse est par exemple utilisée pour produire un combustible ayant un rapport énergie/poids et une broyabilité plus élevés que ceux de la biomasse initiale, et qui présente de meilleures caractéristiques hydrophobes.

10 La torréfaction consiste à chauffer la biomasse à une température élevée, généralement comprise entre 200°C et 350°C, dans une atmosphère pauvre en oxygène, pour éviter toute combustion.

La torréfaction est mise en œuvre par exemple en exposant la biomasse à un flux de gaz chauds produits par un brûleur intégré dans la boucle de gaz alimentant la colonne de torréfaction et brûlant les gaz de torréfaction grâce à l'ajout d'un combustible additionnel en présence d'air utilisé comme comburant. WO2007/000548 et WO2011/086262 divulguent de tels procédés de torréfaction de biomasse.

15 Ce type de configuration présente la nécessité de contrôler le taux de dioxygène dans les gaz de combustion en sortie du brûleur et par conséquent en entrée de la colonne de torréfaction. L'art antérieur mentionne un seuil maximal de 2% d'oxygène dans le flux de gaz chauds, or, en pratique, cette valeur est extrêmement difficile à maintenir de façon pérenne lors d'une exploitation en continue. Ce seuil a été fixé de manière à prévenir toute combustion indésirable de la biomasse lors de la torréfaction.

20 Un des buts de la présente invention est de proposer une installation de torréfaction de biomasse et un procédé de torréfaction de biomasse faciles à mettre en œuvre et qui présente un rendement satisfaisant.

30 A cet effet, l'invention propose un procédé de torréfaction de biomasse, comprenant l'écoulement gravitaire de biomasse du haut vers le bas d'une colonne à contre-courant de gaz chauds circulant du bas vers le haut de la colonne, avec établissement d'un gradient de température croissant du haut vers le bas de la colonne, la récupération des gaz en haut de la colonne et leur recyclage en bas de la colonne à l'aide d'un circuit de gaz de sorte que les gaz circulent en boucle fermée dans la colonne et le circuit de gaz, et le chauffage des gaz récupérés par passage au travers d'un échangeur thermique avant leur recyclage en bas de la colonne.

Selon des modes de mise en œuvre particuliers, le procédé comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possible :

- 5 - une phase de préparation comprenant le remplissage de la colonne et du circuit de gaz avec un gaz inerte ;
- à l'issue de la phase de préparation, la pression dans la colonne et le circuit de gaz est inférieure à 0,5 bar ;
- le traitement des gaz récupérés en haut de la colonne par passage dans un condenseur avant leur recyclage en bas de la colonne ;
- 10 - le traitement des gaz récupérés en haut de la colonne par passage dans au moins un dispositif de filtrage pour filtrer les particules solides contenu dans les gaz, avant leur recyclage en bas de la colonne ;
- le maintien d'une pression inférieure à 0,5 bar à l'intérieur de la colonne, par exemple par régulation d'un débit de gaz évacué de la colonne et/ou du circuit de gaz à
- 15 l'aide d'une vanne ;
- l'évacuation de gaz en excès hors de la colonne et/ou du circuit de gaz pour limiter et réguler la pression dans la colonne ;
- l'ajout de gaz inerte aux gaz circulant dans la colonne et le circuit de gaz lorsque la teneur en monoxyde de carbone des gaz circulant dans la colonne et le circuit de gaz
- 20 dépasse un seuil déterminé ;
- en phase de production stabilisée, les gaz sont introduits en bas de la colonne à une température comprise entre 200°C et 350°C, de préférence comprise entre 240°C et 280°C.

L'invention concerne également une centrale de torréfaction de biomasse, 25 comprenant une colonne pour le mouvement gravitaire de la biomasse du haut vers le bas de la colonne à contre-courant de gaz chauds circulant du bas vers le haut de la colonne, et un circuit de gaz agencé pour récupérer les gaz en haut de la colonne et réinjecter les gaz en bas de la colonne de sorte que les gaz circulent en boucle fermée dans la colonne et le circuit de gaz, dans laquelle le circuit de gaz comprend un

30 échangeur thermique pour le chauffage des gaz récupérés en haut de la colonne avant leur injection en bas de la colonne.

Selon d'autres modes de réalisation, la centrale comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- 35 - une source de gaz inerte pour injecter du gaz inerte dans la colonne et le circuit de gaz ;

- un capteur de monoxyde de carbone pour déterminer la teneur en monoxyde de carbone des gaz circulant en boucle fermée ;

- un capteur de dioxygène pour déterminer la teneur en dioxygène des gaz circulant en boucle fermée ;

5 - le circuit de gaz comprend un condenseur pour condenser des composés organiques contenus dans les gaz récupérés en haut de la colonne, de préférence avant leur passage dans l'échangeur thermique ;

10 - un séparateur de particules solides pour séparer des particules solides des gaz récupérés en haut de la colonne, de préférence avant leur passage dans l'échangeur thermique ;

- au moins une vanne de régulation pour évacuer du gaz de la colonne ou du circuit de gaz.

15 L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique d'une installation de torréfaction de biomasse pour la mise en œuvre d'un procédé de torréfaction de biomasse ; et

- la Figure 2 est une vue schématique d'une centrale de torréfaction incluant l'installation de torréfaction de biomasse de la Figure 1.

20 L'installation de torréfaction 2 illustrée sur la Figure 1 est prévue pour la torréfaction de biomasse, en particulier de biomasse lignocellulosique. La biomasse lignocellulosique est par exemple formée de bois, de coques de fruit à coque, de bagasse, de pailles telles que par exemple, de la paille de riz ou de blé, d'écorces ou encore de résidus d'utilisation du fruit de palmier à huile (appelés EFB acronyme de
25 « Empty Fruit Branch » en anglais).

L'installation de torréfaction 2 comprend une colonne 4 de torréfaction pour l'écoulement gravitaire de la biomasse du haut vers le bas dans la colonne 4, à contre-courant de gaz chauds circulant du bas vers le haut dans la colonne 4.

30 La colonne 4 est tubulaire et s'étend verticalement. La colonne 4 présente avantageusement une forme tronconique s'élargissant vers le bas. La colonne 4 est creuse et dénuée de support interne pour la biomasse.

L'installation de torréfaction 2 comprend un système d'alimentation 6 pour introduire la biomasse BB en haut de la colonne 4.

35 Le système d'alimentation 6 est étanche pour empêcher la sortie de gaz chauds de la colonne 4. A cet effet, le système d'alimentation 6 comprend par exemple un sas 6A

pour l'introduction de la biomasse en haut de la colonne 4, préférentiellement une vanne alvéolaire.

L'installation de torréfaction 2 comprend un système d'extraction 8 pour extraire la biomasse torréfiée BT en bas de la colonne 4.

5 Le système d'extraction 8 comprend un dispositif de déchargement 8A fermant le bas de la colonne 4, le dispositif déchargement 8A retenant la biomasse dans la colonne 4 tout en permettant un écoulement contrôlé de la biomasse au travers du dispositif déchargement 8A. Le dispositif déchargement 8A permet en outre l'entrée des gaz chauds dans la colonne 4 au travers du dispositif d'extraction.

10 Le système d'extraction 8 comprend ici une boîte de déchargement 8B disposée en bas de la colonne 4, le dispositif de déchargement 8A étant disposé dans la boîte de déchargement 8B en fermant le bas de la colonne 4.

La boîte de déchargement 8B comprend une entrée de gaz pour l'injection des gaz chauds sous le dispositif de déchargement 8A. Les gaz chauds injectés dans la boîte
15 de déchargement 8B entrent dans la colonne au travers du dispositif de déchargement 8A.

Le matériau déchargé par le dispositif de déchargement 8A s'écoule gravitairement vers le fond de la boîte de déchargement 8B.

Le système d'extraction 8 est étanche pour empêcher la sortie de gaz chauds de
20 la colonne 4. A cet effet, le système d'extraction 8 comprend par exemple, au fond de la boîte de déchargement 8B, un sas 8C et préférentiellement une vanne alvéolaire.

Le dispositif d'extraction 8A est par exemple une grille horizontale pour retenir la biomasse dans la colonne 4, la grille étant au moins en partie mobile pour provoquer l'écoulement de la biomasse au travers d'ouverture de la grille, la grille permettant l'entrée
25 des gaz chaud en bas de la colonne 4 au travers de la grille.

En variante, le dispositif d'extraction 8A comprend une pluralité d'organes sans fin (par exemple des chaînes) enroulés autour de roues d'entraînement et de roues de renvoi, de sorte que des brins de retenue des organes sans fin sont disposés
30 parallèlement suivant une direction longitudinale en étant côte à côte suivant une direction transversale en délimitant entre eux des interstices, de telle manière que les brins de retenue forment ensemble une surface de support horizontale ajourée pour supporter la biomasse reçue dans la colonne 4, les roues d'entraînement étant entraînées en rotation de façon à déplacer les brins de retenue les uns par rapport aux autres suivant la direction longitudinale, pour provoquer l'écoulement de biomasse au travers de la surface
35 de support. De préférence, les roues d'entraînement sont entraînées en rotation de sorte que des brins de retenue se déplaçant dans un sens suivant la direction longitudinale

alternent suivant la direction transversale avec des brins de retenue se déplaçant dans l'autre sens suivant la direction longitudinale.

Le système d'extraction 8 est étanche pour empêcher la sortie de gaz chauds de la colonne 4. A cet effet, le système d'extraction 8 comprend par exemple un sas pour l'évacuation de la biomasse ayant traversé la grille 8A, préférentiellement une vanne alvéolaire.

En fonctionnement, la biomasse introduite en vrac en haut de la colonne 4 forme une pile reposant au fond de la colonne 4, plus spécifiquement sur le dispositif de déchargement 8A. Le déchargement de la biomasse torréfiée par le bas de la pile et l'introduction de biomasse par le haut de la pile assure un flux de biomasse du haut de la colonne 4 vers le bas de la colonne 4. Le déchargement de biomasse à la base de la pile provoque l'écoulement gravitaire du reste de la biomasse vers le bas de la colonne. L'alimentation par le haut compense la biomasse extraite par le bas.

L'installation de torréfaction 2 comprend un dispositif de transport et de refroidissement 10 pour refroidir la biomasse torréfiée extraite par le système d'extraction 8.

L'installation de torréfaction 2 comprend un circuit de gaz 12 pour récupérer les gaz en haut de la colonne 4 et réinjecter les gaz récupérés en bas de la colonne 4. Le circuit de gaz 12 assure une circulation des gaz en boucle fermée dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12.

En fonctionnement, les gaz circulent de bas en haut dans la colonne 4 en contact avec la biomasse en cours de traitement, puis sont récupérés en haut de la colonne 4 par le circuit de gaz 12, et réinjectés par le circuit de gaz 12 en bas de colonne 4. Les gaz traversent la pile de biomasse en vrac entassée dans colonne 4.

Le circuit de gaz 12 comprend un dispositif de chauffage 14 pour chauffer indirectement les gaz avant de les réinjecter en bas de la colonne. Le dispositif de chauffage 14 est configuré pour le chauffage des gaz sans injection de gaz dans le circuit de gaz 12. Le dispositif de chauffage 14 comprend un échangeur thermique 16 pour le chauffage des gaz circulant dans le circuit de gaz 12 par un échange thermique entre les gaz circulant dans le circuit de gaz 12 et une source de chaleur, sans apport de matière dans les gaz circulant dans le circuit de gaz 12.

Dans un mode de mise en œuvre, la source de chaleur est formée de gaz de combustion fournis par un système de combustion 18 brûlant un combustible, les gaz de combustion générés par le système de combustion 18 fournissant de la chaleur aux gaz circulant dans le circuit de gaz 12 dans l'échangeur thermique 16, sans mélange entre les gaz circulant dans le circuit de gaz 12 et les gaz de combustion fournis par le système de

combustion 18. L'échangeur thermique 16 est alors par exemple un échangeur thermique gaz-gaz.

5 Le circuit de gaz 12 comprend un système de purification des gaz situé dans le circuit de gaz 12 entre le haut de la colonne 4 et l'échangeur thermique 16 du dispositif de chauffage 14, pour purifier les gaz sortant de la colonne 4 avant leur passage dans l'échangeur thermique 16.

10 Le circuit de gaz 12 comprend un condenseur 20 pour condenser des composés présents dans les gaz sortant du haut de la colonne 4. Le condenseur 20 est disposé dans le circuit de gaz 12 entre le haut de la colonne 4 et le dispositif de chauffage 14. Le condensat formé dans le condenseur 20 est évacué du circuit de gaz 12.

Le circuit de gaz 12 comprend en outre au moins un dispositif de filtrage, disposé entre le haut de la colonne 4 et l'échangeur thermique 16 du dispositif de chauffage 14, pour retirer des particules solides présentes des gaz récupérés en haut de la colonne.

15 Le circuit de gaz 12 comprend un dispositif de filtrage aval 22 disposé dans le circuit de gaz 12 en aval du condenseur 20, et en amont du dispositif de chauffage 14. Le dispositif de filtrage en aval du condenseur 20 permet de retirer les particules fines présentes des gaz récupérés en haut de la colonne après le condenseur 20.

20 Le circuit de gaz comprend en option un dispositif de filtrage amont 23 disposé dans le circuit de gaz 12 en amont du condenseur 20, entre le haut de la colonne 4 et le condenseur 20. Le dispositif de filtrage en amont du condenseur 20 permet de retirer les particules solides les plus grosses présentes des gaz récupérés en haut de la colonne avant le condenseur 20. Ceci améliore le fonctionnement du condenseur 20 et du dispositif de filtrage aval 22 qui est alors chargé de filtrer uniquement les particules les plus fines.

25 Les dispositifs de filtrage amont 23 et aval 22 sont par exemple des séparateurs à effet cyclone, notamment des séparateurs multi-cyclones.

Avantageusement, le condenseur 20 et le dispositif de filtrage aval 22 sont intégrés dans une même unité 19 comme représenté sur la Figure 1.

30 Le condenseur 20, le dispositif de filtrage aval 22 et le dispositif de filtrage amont 23 forment le système de purification. En variante, le système de purification comprend un seul dispositif de filtrage, disposé en amont ou en aval du condenseur 20.

L'installation de torréfaction 2 comprend un dispositif de régulation de pression pour réguler la pression des gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12.

35 Le dispositif de régulation de pression est formé par une branche d'évacuation 21 s'alimentant dans le circuit de gaz 12, munie d'une vanne de régulation 24, et débouchant dans une cheminée d'évacuation 25. Le dispositif de régulation de pression est situé en

amont de l'échangeur thermique 16 du dispositif de chauffage 14. La branche d'évacuation 21 s'alimente ici en amont du dispositif de chauffage 14 et en aval du dispositif de filtrage aval 22.

5 L'ouverture de la vanne de régulation 24 permet d'évacuer vers la cheminée d'évacuation 25 un excès de gaz, pour limiter la pression à l'intérieur de la colonne 4 et du circuit de gaz 12. La vanne de régulation 24 permet de réguler le débit de gaz extrait du circuit de gaz 12 et de la colonne 4.

L'installation de torréfaction 2 comprend une source de gaz inerte 26 pour l'injection d'un gaz inerte dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12.

10 La source de gaz inerte 26 est raccordée au circuit de gaz 12 en un ou plusieurs points d'injection pour l'injection du gaz inerte dans le circuit de gaz 12.

La source de gaz inerte 26 est par exemple raccordée au circuit de gaz 12 en un point d'injection situé en amont du bas de la colonne 4 et en aval du dispositif de chauffage 14 et/ou en un point d'injection en aval du haut de la colonne 4 et en amont du
15 dispositif de chauffage 14. La source de gaz inerte 26 est ici raccordée au circuit de gaz 12 en deux points d'injection : un point d'injection en amont du bas de la colonne 4 et en aval du dispositif de chauffage 14, et un point d'injection en aval du haut de la colonne 4 et en amont du dispositif de chauffage 14.

On utilisera de préférence sélectivement l'un ou l'autre des deux points d'injection
20 pour introduire le gaz inerte dans le circuit de gaz 12. Dans un mode de mise en œuvre particulier, on utilise alternativement les deux points d'injections.

Le gaz inerte est un gaz non combustible. Le gaz inerte est par exemple du diazote (N_2).

Le circuit de gaz 12 comprend un capteur de monoxyde de carbone 28 pour
25 mesurer la teneur en monoxyde de carbone (CO) des gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12. Le capteur de monoxyde de carbone 28 est ici situé sur le circuit de gaz 12 en aval du dispositif de chauffage 14. En option, le capteur de monoxyde de carbone 28 mesure aussi la teneur en dioxyde de carbone (CO_2) présente dans le circuit de gaz 12.

30 Le circuit de gaz 12 comprend un capteur de dioxygène 29 pour mesurer la teneur en dioxygène (O_2) des gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12. Le capteur de dioxygène 29 est ici situé sur le circuit de gaz 12 en aval du dispositif de chauffage 14. Son rôle est de contrôler le taux de dioxygène présent dans l'installation de torréfaction 2 pendant les opérations de purge et les phases de préparation et de démarrage de
35 l'installation de torréfaction 2. Le capteur de dioxygène 29 permet également de détecter toute présence accidentelle de dioxygène en mode de production et ainsi de commander

en conséquence l'injection de gaz inerte. Son installation entre l'échangeur thermique 16 et le bas de la colonne 4 où les gaz sont réinjectés dans la colonne 4 permet de contrôler le taux de dioxygène des gaz à l'entrée de la colonne 4 pour éviter tout risque de combustion de la biomasse dans la colonne 4 et d'explosion avec le CO présent dans le circuit de gaz en cas de taux de dioxygène trop élevé.

Le taux de dioxygène dans le flux de gaz chauds injecté en bas de la colonne 4, et contrôlé par le capteur de dioxygène, est maintenu inférieur à 2%.

En option, l'installation de torréfaction 2 comprend une soupape 27 pour limiter en permanence la pression des gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12. La soupape 27 est par exemple disposée en haut de la colonne 4.

En fonctionnement, l'installation de torréfaction 2 permet de mettre en œuvre un procédé de torréfaction comprenant une phase de préparation, une phase de démarrage puis une phase de production continue.

La colonne 4 est initialement remplie de biomasse. La biomasse en vrac introduite dans la colonne 4 forme une pile reposant au fond de la colonne 4.

Ensuite, dans une phase de préparation, le procédé de torréfaction comprend le balayage de la colonne 4 et du circuit de gaz 12 avec du gaz inerte, de manière à évacuer les gaz initialement présents dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 et à remplir la colonne 4 et le circuit de gaz 12 avec du gaz inerte. Le circuit de gaz 12 est ainsi exempt de dioxygène (O_2). Le gaz inerte est injecté à l'aide de la source de gaz inerte 26. La colonne 4 et le circuit de gaz 12 sont remplis de gaz inerte jusqu'à atteindre une pression de démarrage déterminée, qui est de préférence égale ou inférieure à 0,5 bar en tout point du circuit de gaz 12. La soupape 27 est par exemple tarée à une pression maximale égale ou inférieure à 0,5 bar, de manière à limiter la pression dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12.

Ensuite, dans une phase de démarrage, les gaz présents dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 sont mis en circulation en boucle fermée et chauffés à l'aide du dispositif de chauffage 14. La biomasse exposée aux gaz chauds commence par évacuer de la vapeur d'eau. Dans la phase de démarrage, les gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 contiennent essentiellement du gaz inerte et de l'eau.

Ensuite, dans une phase de production continue, lorsque les gaz circulant en boucle fermée atteignent une température suffisante en bas de la colonne 4 (environ 200°C), la torréfaction de la biomasse commence. Du fait de la torréfaction, des composés organiques de la biomasse sont évaporés. Les composés organiques et leurs proportions respectives dépendent de la biomasse utilisée. En général, les composés organiques sont principalement du dioxyde de carbone (CO_2), du monoxyde de carbone

(CO), du méthanol (CH_3OH), de l'acide acétique (CH_3COOH), de l'acide formique ou acide méthanoïque (HCOOH) et du furfural ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$). D'autres composés organiques apparaissent sous forme de traces.

5 Les gaz sortant du haut de la colonne 4 passent dans le condenseur 20. Les composés les moins volatiles sont condensés. La majeure partie du méthanol, de l'acide acétique, de l'acide formique, du furfural et des autres composés organiques résultant de la torréfaction est condensée dans le condensateur 20 et récupérée sous forme liquide. Ces composés organiques subsistent sous la forme de traces en aval du condensateur 20.

10 En aval du condenseur 20, les gaz contiennent principalement de la vapeur d'eau, du diazote, du dioxyde de carbone et du monoxyde de carbone. Il y a des traces de composés organiques et de dioxygène.

15 Les gaz sortant du haut de la colonne 4 sont purifiés par élimination des particules solides, ici par passage dans le séparateur à effet cyclone 22. Ceci permet d'éliminer des fines particules de biomasse emportées par le flux de gaz lors de son passage dans la colonne 4. De telles particules pourraient à terme boucher le circuit de gaz.

20 Du fait de la torréfaction, même si la majeure partie des composés organiques est récupérée sous forme liquide dans le condenseur 20, la quantité de gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 tend à augmenter, ce qui tend à faire augmenter la pression. La vanne de régulation de pression 24 permet de maintenir la pression dans la colonne et le circuit de gaz 12 dans une plage de pression déterminée ($< 0,5$ bar).

En phase de production continue, les gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 atteignent un équilibre dans leur composition.

25 Le monoxyde de carbone est un gaz combustible. Une présence excessive de monoxyde de carbone est susceptible d'entraîner, une combustion de la biomasse présente dans la colonne 4. Toutefois ce risque de combustion n'est réel que si le taux de monoxyde de carbone CO atteint son seuil d'inflammabilité, et si, simultanément, le monoxyde de carbone CO est porté à une température suffisante et si en outre il est mis en contact avec un comburant.

30 Le procédé de torréfaction comprend la mesure de la teneur en monoxyde de carbone dans les gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 1. La mesure est effectuée ici à l'aide du capteur de monoxyde de carbone 28.

35 Le procédé de torréfaction comprend l'injection de gaz inerte dans les gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 pour limiter la teneur en monoxyde de carbone pendant la torréfaction. L'injection est effectuée à l'aide de la source de gaz inerte 26.

Dans un mode de mise en œuvre, le procédé de torréfaction comprend l'injection de gaz neutre lorsque la teneur en monoxyde de carbone dans les gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 dépasse un seuil prédéterminé.

5 Pendant la phase de torréfaction, la biomasse en vrac forme une pile compacte dans la colonne 4, reposant sur le dispositif déchargement 8A. La biomasse traitée est extraite au fur et à mesure en bas de la colonne 4, et de la nouvelle biomasse est alimentée au fur et à mesure par le haut de la colonne 4. Un flux de biomasse circule dans la colonne 4 du haut vers le bas.

10 Pendant la phase de production continue, les gaz sont introduits en bas de la colonne 4 à une première température T1 et ressortent en haut de la colonne 4 à une deuxième température T2 inférieure à la première température T1.

15 Les gaz circulent du bas de la colonne 4 vers le haut de la colonne 4 en traversant la pile de biomasse présente dans la colonne 4. Les gaz arrivent chauds en bas de la colonne 4 et se refroidissent progressivement en circulant vers le haut de la colonne 4 et en traversant la pile de biomasse. Ainsi, il s'établit dans la colonne 4 un gradient de température décroissant du bas de la colonne 4 vers le haut de la colonne 4. La biomasse est exposée à une température progressivement croissante du haut de la colonne 4 vers le bas de la colonne 4.

20 La première température T1 est comprise entre 200°C et 350°C, de préférence entre 240°C et 280°C. La deuxième température T2 est de préférence inférieure ou égale à 80°C. La deuxième température T2 est comprise par exemple entre 60°C et 80°C.

Entre le haut de la colonne 4 et le bas de la colonne 4, les gaz sont réchauffés dans le circuit de gaz 12, de la deuxième température T2 à la première température T1, par passage dans l'échangeur thermique 16.

25 Le chauffage est réalisé dans l'échangeur thermique 16, sans injection de matière, en particulier de gaz de combustion, dans les gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12. Le chauffage est réalisé par échange thermique entre les gaz et une source de chaleur au travers d'une paroi de l'échangeur thermique 16, sans échange de matière.

30 Ainsi, le chauffage des gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 ne modifie pas leur composition. En particulier, le chauffage des gaz circulant dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12 à l'aide d'un échangeur thermique ne risque pas d'introduire du dioxygène dans les gaz.

35 Le chauffage des gaz dans un échangeur thermique 16 permet d'utiliser différentes sources de chaleur pour chauffer les gaz. La source de chaleur est par exemple de la biomasse, une source fossile solide ou gazeuse, de la chaleur fatale ou une source de chaleur géothermique. L'expression « chaleur fatale » désigne de la

chaleur produite par une installation industrielle, non valorisée sur place dans cette installation industrielle génératrice de cette chaleur et envoyée vers une autre installation industrielle utilisatrice de la chaleur. Le vecteur de transport de chaleur est par exemple de la vapeur d'eau ou des fumées.

5 Tous les gaz recyclés traversant l'échangeur thermique 16 sont injectés en bas de la colonne 4. Les gaz éventuellement évacués par le dispositif de régulation de pression sont prélevés dans le circuit 12 en amont de l'échangeur thermique 16.

 Pendant la phase de production continue, seuls les gaz générés par la torréfaction s'ajoutent aux gaz circulant en boucle fermée dans la colonne 4 et le circuit de gaz 12.
10 Ceci limite les pertes thermiques, et améliore le rendement énergétique global de l'installation de torréfaction 2. Le seul gaz éventuellement ajouté est du gaz inerte supplémentaire pour limiter la teneur en monoxyde de carbone. La torréfaction est réalisée en l'absence de dioxygène, ce qui limite tout risque de combustion.

 Il est possible de remplir la colonne 4 à 80% de biomasse en volume tout en ayant des échanges thermiques satisfaisant entre les gaz chauds et la biomasse. La torréfaction dans une colonne 4 permet ainsi de traiter une grande quantité de biomasse tout en conservant une installation de torréfaction 2 compacte et peu coûteuse.

 Le procédé de torréfaction permet de réaliser une torréfaction efficace à une température comprise entre 240°C et 280°C, ce qui limite le coût énergétique de la mise
20 en œuvre de la torréfaction en limitant la température des gaz, tout en obtenant un rendement satisfaisant.

 Comme illustrée sur la Figure 2, l'installation de torréfaction 2 est incluse dans une centrale de torréfaction 31.

 La centrale de torréfaction 31 comprend, en amont de l'installation de torréfaction
25 2, un dispositif de préparation biomasse 32 et un dispositif de séchage de biomasse 34.

 Le dispositif de préparation de biomasse 32 est configuré par exemple pour le broyage, l'affinage et/le criblage de la biomasse alimentant la centrale de torréfaction 31. La préparation de la biomasse permet de lui conférer des propriétés, en particulier des granulométriques, assurant une torréfaction efficace. Des particules de biomasse plus
30 petites possèdent une plus grande surface d'échange avec les gaz chauds en rapport à leur poids, mais s'écoule différemment.

 Le dispositif de séchage 34 est configuré pour sécher au moins partiellement la biomasse et atteindre un taux d'humidité de la biomasse inférieure à 30%. La centrale de torréfaction 31 comprend en option un dispositif de stockage intermédiaire 33 entre
35 l'installation de préparation biomasse 32 et l'installation de séchage de biomasse 34,

et/ou un dispositif de stockage intermédiaire entre l'installation de séchage de biomasse 34 et l'installation de torréfaction.

5 En option, la centrale de torréfaction 31 peut comprendre, en aval de l'installation de torréfaction 2, un dispositif de densification 36 pour densifier la biomasse torréfiée fournie par l'installation de torréfaction 2. Le dispositif de densification 36 est configuré pour conditionner la biomasse torréfiée en pastilles, boulets, briques, briquettes ou granulés (ou « pellets » en anglais) facilement conditionnables, transportables et utilisables.

10 La centrale de torréfaction 31 comprend, en option, un dispositif de stockage tampon 38 entre l'installation de torréfaction 2 et l'installation de densification 36 et/ou un dispositif de stockage aval 39 en aval de l'installation de densification.

La centrale de torréfaction 31 comprend une installation de chauffage 40. L'installation de chauffage 40 alimente en gaz chauds le sécheur et l'échangeur thermique de l'installation de torréfaction 2.

15 L'installation de chauffage 40 comprend par exemple le système de combustion 18. Le système de combustion 18 est configuré pour brûler par exemple de la biomasse, par exemple une fraction de la biomasse alimentant la centrale de torréfaction 31 et /ou une fraction rejetée par l'installation de préparation de biomasse 32.

20 L'installation de chauffage 40 est ici mutualisée pour le chauffage du sécheur et de l'échangeur thermique. Dans une variante, la centrale de torréfaction comprend des sources de chaleurs distinctes pour l'échangeur thermique et le sécheur, par exemple des installations de chauffage respectives pour le sécheur et l'échangeur thermique.

La centrale de torréfaction 31 permet ainsi d'utiliser une minorité de la biomasse pour torréfier la majorité de la biomasse.

REVENDEICATIONS

5 1.- Procédé de torréfaction de biomasse, comprenant l'écoulement gravitaire de biomasse du haut vers le bas d'une colonne (4) à contre-courant de gaz chauds circulant du bas vers le haut de la colonne (4), avec établissement d'un gradient de température croissant du haut vers le bas de la colonne (4), la récupération des gaz en haut de la colonne et leur recyclage en bas de la colonne (4) à l'aide d'un circuit de gaz (12) de sorte que les gaz circulent en boucle fermée dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12), et le chauffage des gaz récupérés par passage au travers d'un échangeur thermique (16)
10 avant leur recyclage en bas de la colonne (4).

2.- Procédé de torréfaction selon la revendication 1, comprenant une phase de préparation comprenant le remplissage de la colonne (4) et du circuit de gaz (12) avec un gaz inerte.

15 3.- Procédé de torréfaction selon la revendication 2, dans lequel, à l'issue de la phase de préparation, la pression dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12) est inférieure à 0,5 bar.

4.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant le traitement des gaz récupérés en haut de la colonne (4) par passage dans un condenseur (20) avant leur recyclage en bas de la colonne (4).

20 5.- Procédé de torréfaction selon la revendication 4, dans lequel le condenseur (20) est situé en amont de l'échangeur thermique (16).

6.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant le traitement des gaz récupérés en haut de la colonne (4) par passage dans au moins un dispositif de filtrage (23, 22) pour filtrer les particules solides contenu dans les gaz, avant leur recyclage en bas de la colonne (4).
25

7.- Procédé de torréfaction selon la revendication 6, dans lequel le dispositif de filtrage (22, 23) est situé en amont de l'échangeur thermique (16).

8.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant le maintien d'une pression inférieure à 0,5 bar à l'intérieur de la colonne (4), par exemple par régulation d'un débit de gaz évacué de la colonne (4) et/ou du circuit de gaz (12) à l'aide d'une vanne (24).
30

9.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel tous les gaz récupérés en haut de la colonne (4) et réchauffés dans l'échangeur thermique (16) sont injectés en bas de la colonne (4).

10.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant l'évacuation de gaz en excès hors de la colonne (4) et/ou du circuit de gaz (12) pour limiter et réguler la pression dans la colonne (4).

5 11.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant l'ajout de gaz inerte aux gaz circulant dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12) lorsque la teneur en monoxyde de carbone des gaz circulant dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12) dépasse un seuil déterminé.

10 12.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, en phase de production continue, les gaz récupérés en haut de la colonne (4) sont à une température inférieure ou égale à 80°C, de préférence comprise entre 60°C et 80°C.

15 13.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, en phase de production continue, les gaz sont introduits en bas de la colonne à une température comprise entre 200°C et 350°C, de préférence comprise entre 240°C et 280°C.

14.- Procédé de torréfaction selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on contrôle la teneur en dioxygène et/ou la teneur en monoxyde de carbone des gaz introduits en bas de la colonne (4).

20 15.- Centrale de torréfaction de biomasse, comprenant une colonne (4) pour le mouvement gravitaire de la biomasse du haut vers le bas de la colonne (4) à contre-courant de gaz chauds circulant du bas vers le haut de la colonne (4), et un circuit de gaz (12) agencé pour récupérer les gaz en haut de la colonne (4) et réinjecter les gaz en bas de la colonne (4) de sorte que les gaz circulent en boucle fermée dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12), dans laquelle le circuit de gaz comprend un échangeur thermique (16)
25 pour le chauffage des gaz récupérés en haut de la colonne (4) avant leur injection en bas de la colonne (4).

16.- Centrale de torréfaction selon la revendication 15, comprenant une source de gaz inerte (26) pour injecter du gaz inerte dans la colonne (4) et le circuit de gaz (12).

30 17.- Centrale de torréfaction selon la revendication 16, comprenant un capteur de monoxyde de carbone (28) pour déterminer la teneur en monoxyde de carbone des gaz circulant en boucle fermée.

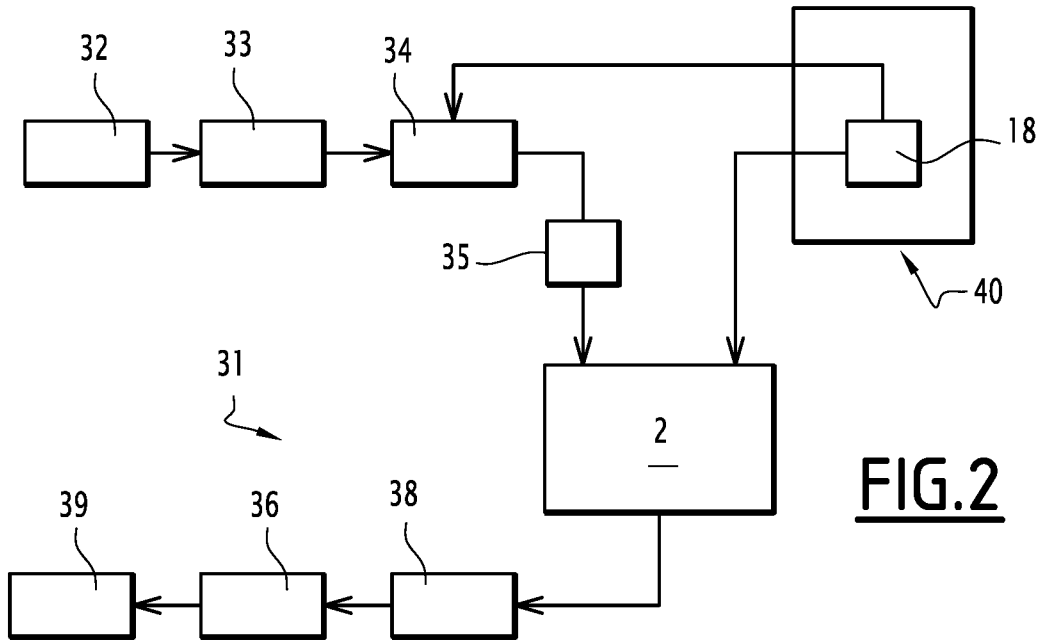
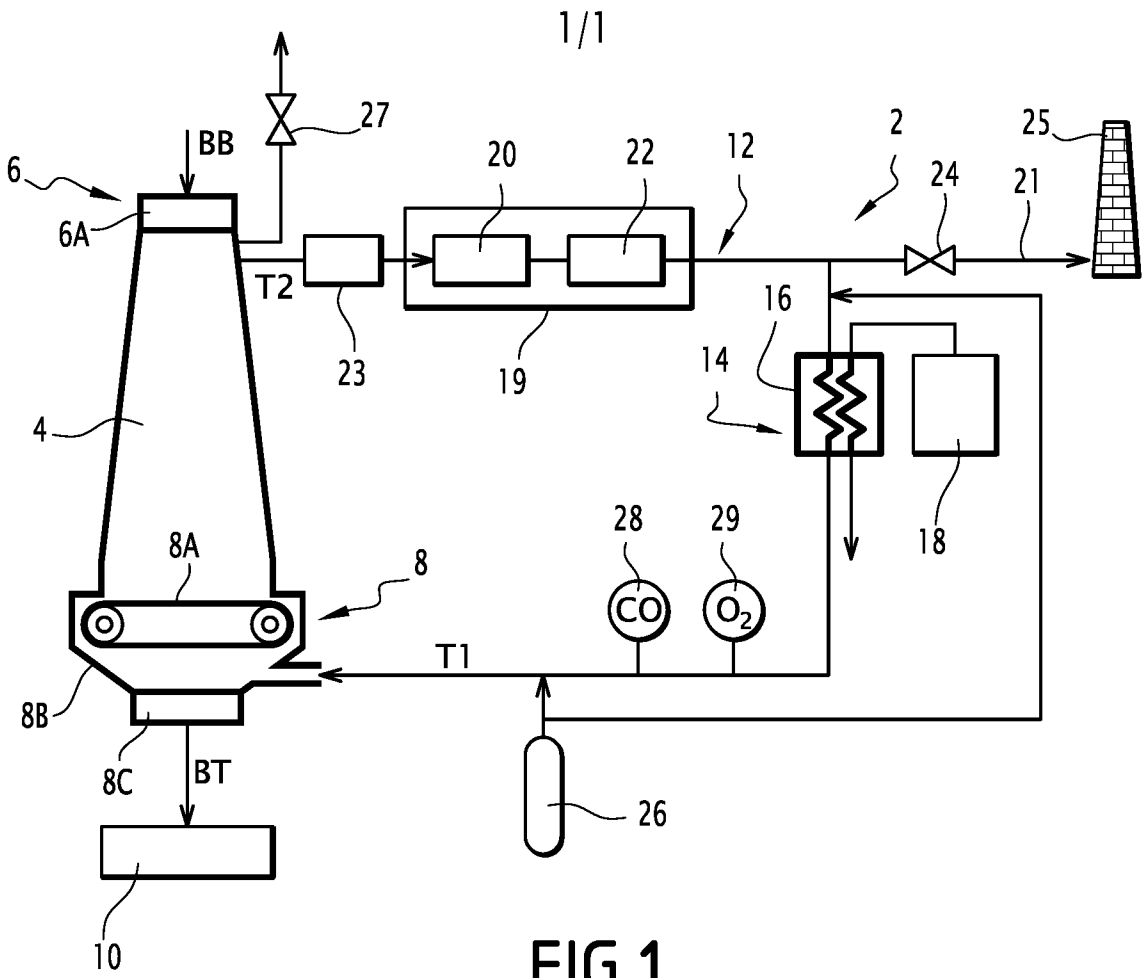
18.- Centrale de torréfaction selon la revendication 16 ou 17, comprenant un capteur de dioxygène (29) pour déterminer la teneur en dioxygène des gaz circulant en boucle fermée.

19.- Centrale de torréfaction selon la revendication 17 ou 18, dans laquelle le capteur de dioxygène (29) ou le capteur de monoxyde de carbone (28) est situé entre l'échangeur thermique (16) et le bas de la colonne (4).

5 20.- Centrale de torréfaction selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, dans lequel le circuit de gaz (12) comprend un condenseur (20) pour condenser des composés organiques contenus dans les gaz récupérés en haut de la colonne, de préférence avant leur passage dans l'échangeur thermique (16).

10 21.- Centrale de torréfaction selon l'une quelconque des revendications 15 à 20, comprenant un séparateur de particules solides (22) pour séparer des particules solides des gaz récupérés en haut de la colonne (4), de préférence avant leur passage dans l'échangeur thermique (16).

22.- Centrale de torréfaction selon l'une quelconque des revendications 15 à 21, comprenant au moins une vanne de régulation (24) pour évacuer du gaz de la colonne (4) ou du circuit de gaz (12), de préférence en amont de l'échangeur thermique (16).



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/051597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C10L9/08 C10L5/44
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C10L
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/083530 A1 (WEISSELBERG EDWARD [US] ET AL) 8 April 2010 (2010-04-08) paragraphs [0044], [0051]; figure 5 -----	1-22
X	US 2012/266485 A1 (ABRAHAM RALF [DE] ET AL) 25 October 2012 (2012-10-25) paragraphs [0055], [0057], [0059], [0060], [0064], [0031], [0036]; figure 1 abstract; claims -----	1-22
X	US 2010/242351 A1 (CAUSER THOMAS P [US]) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0016], [0017], [0020], [0021], [0031]; figure 1 ----- -/--	1-22

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 April 2015	Date of mailing of the international search report 08/05/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bertin, Séverine

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/051597

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/000548 A2 (THERMYA [FR]; HERY JEAN-SEBASTIEN [FR]) 4 January 2007 (2007-01-04) cited in the application page 10, line 21 - page 11, line 8; figure 1 page 6, lines 4-22; claims -----	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/051597

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2010083530	A1	08-04-2010	AU 2009222505 A1	22-04-2010
			BR PI0903922 A2	20-07-2010
			US 2010083530 A1	08-04-2010
			US 2012073157 A1	29-03-2012
			US 2012073159 A1	29-03-2012
			US 2012292175 A1	22-11-2012
			US 2013318865 A1	05-12-2013
US 2012266485	A1	25-10-2012	AU 2010318258 A1	24-05-2012
			CA 2779350 A1	19-05-2011
			CN 102822322 A	12-12-2012
			EP 2501790 A1	26-09-2012
			KR 20120117774 A	24-10-2012
			RU 2012121603 A	27-12-2013
			TW 201127492 A	16-08-2011
			US 2012266485 A1	25-10-2012
			WO 2011057822 A1	19-05-2011
US 2010242351	A1	30-09-2010	US 2010242351 A1	30-09-2010
			US 2012233914 A1	20-09-2012
			US 2013055633 A1	07-03-2013
WO 2007000548	A2	04-01-2007	AU 2006263743 A1	04-01-2007
			BR PI0611475 A2	14-09-2010
			CA 2609383 A1	04-01-2007
			EP 1883689 A2	06-02-2008
			ES 2446924 T3	10-03-2014
			FR 2885909 A1	24-11-2006
			JP 4938004 B2	23-05-2012
			JP 2008542004 A	27-11-2008
			PT 1883689 E	20-03-2014
			US 2008210536 A1	04-09-2008
			WO 2007000548 A2	04-01-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/051597

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C10L9/08 C10L5/44 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C10L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2010/083530 A1 (WEISSELBERG EDWARD [US] ET AL) 8 avril 2010 (2010-04-08) alinéas [0044], [0051]; figure 5 -----	1-22
X	US 2012/266485 A1 (ABRAHAM RALF [DE] ET AL) 25 octobre 2012 (2012-10-25) alinéas [0055], [0057], [0059], [0060], [0064], [0031], [0036]; figure 1 abrégé; revendications -----	1-22
X	US 2010/242351 A1 (CAUSER THOMAS P [US]) 30 septembre 2010 (2010-09-30) alinéas [0016], [0017], [0020], [0021], [0031]; figure 1 ----- -/--	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> 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 24 avril 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 08/05/2015
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 Bertin, Séverine

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	<p>WO 2007/000548 A2 (THERMYA [FR]; HERY JEAN-SEBASTIEN [FR]) 4 janvier 2007 (2007-01-04) cité dans la demande page 10, ligne 21 - page 11, ligne 8; figure 1 page 6, ligne 4-22; revendications -----</p>	1-22

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/051597

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010083530	A1	08-04-2010	AU 2009222505	A1 22-04-2010
			BR PI0903922	A2 20-07-2010
			US 2010083530	A1 08-04-2010
			US 2012073157	A1 29-03-2012
			US 2012073159	A1 29-03-2012
			US 2012292175	A1 22-11-2012
			US 2013318865	A1 05-12-2013

US 2012266485	A1	25-10-2012	AU 2010318258	A1 24-05-2012
			CA 2779350	A1 19-05-2011
			CN 102822322	A 12-12-2012
			EP 2501790	A1 26-09-2012
			KR 20120117774	A 24-10-2012
			RU 2012121603	A 27-12-2013
			TW 201127492	A 16-08-2011
			US 2012266485	A1 25-10-2012
			WO 2011057822	A1 19-05-2011

US 2010242351	A1	30-09-2010	US 2010242351	A1 30-09-2010
			US 2012233914	A1 20-09-2012
			US 2013055633	A1 07-03-2013

WO 2007000548	A2	04-01-2007	AU 2006263743	A1 04-01-2007
			BR PI0611475	A2 14-09-2010
			CA 2609383	A1 04-01-2007
			EP 1883689	A2 06-02-2008
			ES 2446924	T3 10-03-2014
			FR 2885909	A1 24-11-2006
			JP 4938004	B2 23-05-2012
			JP 2008542004	A 27-11-2008
			PT 1883689	E 20-03-2014
			US 2008210536	A1 04-09-2008
			WO 2007000548	A2 04-01-2007
