

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 24.06.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.12.20 Bulletin 20/52.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : EUROPEENNE DE BIOMASSE
Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : DESPRES Jean-Luc, HABAS Thomas,
QUINTERO-MARQUEZ Adriana et MARTEL Frédéric.

⑦③ Titulaire(s) : EUROPEENNE DE BIOMASSE Société
par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : IP TRUST.

⑤④ Procédé de vapocraquage comprenant une étape de séparation et traitement différentiel des particules
obtenues en fonction d'une valeur seuil.

⑤⑦ La présente invention a trait au domaine des biocom-
bustibles solides obtenus par vapocraquage. Plus particu-
lièrement, la présente invention concerne un procédé de
traitement par vapocraquage de biomasse ligno-cellulo-
sique dans lequel la poudre obtenue est traitée afin de sé-
parer les particules en deux catégories en fonction d'une
valeur seuil, chaque catégorie étant traitée différemment.



Description

Titre de l'invention : Procédé de vapocraquage comprenant une étape de séparation et traitement différentiel des particules obtenues en fonction d'une valeur seuil.

[0001] La présente invention a trait au domaine des biocombustibles solides obtenus par vapocraquage. Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé de traitement par vapocraquage de biomasse ligno-cellulosique dans lequel la poudre obtenue est traitée afin de séparer les particules en deux catégories en fonction d'une valeur seuil, chaque catégorie étant traitée différemment.

Domaine de l'invention

[0002] La production d'énergie (électrique et thermique) d'origine renouvelable peut se faire à partir de l'environnement (soleil, vent, marée, houle, géothermie, hydraulique) ou à partir de biomasse. A l'exception de la biomasse, l'hydraulique de rivière ou de barrage, et la géothermie, ces énergies renouvelables sont intermittentes sauf si les moyens de stockage de l'énergie se développaient. Et seule la biomasse constitue une énergie primaire transportable sur son lieu de transformation en chaleur et/ou électricité. Mais la biomasse est en fait une énergie peu dense, variable et périssable. La transformation de biomasse lignocellulosique (bois, résidus agricoles, coproduits de l'agriculture et de l'agro-industrie) en un composé dense énergétiquement, transportable et facilement stockable permet de développer et consolider une filière industrielle d'énergie stationnaire (biocombustible utilisé en un point fixe, le foyer, contrairement aux biocarburants) et de réduire les impacts environnementaux (émission CO₂ fossile, avec une biomasse sans fertilisants ni phytosanitaires).

[0003] Le traitement thermique de la biomasse par vapocraquage permet cette densification de l'énergie, en homogénéisant la biomasse en une poudre vapocraquée selon des conditions paramétriques précises, notamment de granulométrie, température et temps de séjour. La poudre est ensuite granulée pour faciliter son transport, son stockage et son usage.

[0004] Il s'agit donc de s'assurer que le procédé de vapocraquage est en mesure d'assurer un produit constant, à savoir une poudre sortante stable en qualité et en capacité d'être transformée ou utilisée en aval du procédé pour l'application désirée. Cette poudre présente un pouvoir calorifique et une composition apte à être utilisée en combustion, et une capacité à être granulée.

[0005] Aujourd'hui, la meilleure solution pour garantir le meilleur résultat du vapocraquage est de faire un approvisionnement régulier et maîtrisé d'une même qualité de biomasse. Or, dans une optique d'augmentation des volumes de traitement de biomasse aux fins

de production de biocombustibles solides, il apparaît intéressant d'être en mesure de traiter également une biomasse hétérogène.

[0006] Le problème rencontré lorsque l'on traite une biomasse hétérogène est que la poudre obtenue est elle-même hétérogène entraînant des problèmes de granulation. En effet, en fonction de la nature de la biomasse initiale et des conditions appliquées, le vapo-craquage n'aura pas le même effet en termes de déstructuration de la matière. Ainsi, lorsque la matière en entrée est hétérogène, les conditions de sévérité doivent être ajustées de sorte à ne pas déstructurer totalement les matières les moins résistantes, ce qui serait néfaste pour la granulation. Lorsque les conditions de sévérité sont adaptées en fonction de la biomasse moins résistante, le vapocraquage génère des particules résiduelles issues des biomasses plus résistantes, qui elles aussi perturbent le procédé de granulation.

[0007] Le non-respect de la qualité finale et du cahier des charges de granulation peut être rédhibitoire, que ce soit par un traitement laissant de grosses particules ou un traitement trop drastique dégradant le produit et son comportement à la granulation.

[0008] Il existe donc un besoin de disposer d'un procédé de vapocraquage adapté au traitement d'une biomasse hétérogène pour la fabrication de granulés noirs de qualité contrôlée.

Exposé de l'invention

[0009] Pour répondre à ce besoin, les inventeurs ont mis au point un procédé de vapo-craquage avec un facteur de sévérité donné caractérisé en ce qu'il comporte une étape de traitement des produits pulvérulents pour séparer les particules supérieures à une valeur seuil et les particules inférieures à ladite valeur seuil, et de traitement différencié des particules de la première catégorie et des particules de la deuxième catégorie.

[0010] Ce procédé permet d'une part de granuler une poudre homogène débarrassée des particules résistantes et d'autre part de traiter les refus de matière mal dégradée par un retour dans l'enceinte de vapocraquage ou un autre traitement différé.

[0011] L'invention concerne aussi une installation de vapocraquage pour mise en œuvre de ce procédé comportant un séparateur des particules.

Avantages de l'invention

[0012] L'invention consiste donc à mettre en place un crible pour séparer les particules résistantes mal dégradées de la poudre apte à être granulée ou la poudre de granulométrie trop fine de la poudre apte à être granulée.

[0013] Le principal avantage de ce procédé est qu'il permet de produire des granulés noirs de qualité à partir de n'importe quel type de biomasse et en particulier de biomasse hétérogène. En effet, éliminer les particules mal dégradées de la poudre à granuler améliore la qualité des granulés qui sont alors plus cohésifs, plus hydrophobes, plus

énergétiques.

- [0014] Ce procédé permet donc de répondre à la fois au cahier des charges du procédé global de granulation et au cahier des charges du produit final en termes de qualité et de constance de qualité.
- [0015] Ce procédé permet de récupérer les particules mal dégradées et de les valoriser. Il peut s'agir de les soumettre une seconde fois à un traitement par vapocraquage ou à les utiliser à d'autres fins.
- [0016] Il est aussi possible d'éliminer par le crible les poudres les plus fines qui se granulent mal et de ne conserver que les poudres aptes à se colmater en vue de la production de granulés. On peut par exemple envisager d'utiliser les poudres les plus fines dans des procédés de biotransformation.
- [0017] On notera que si l'augmentation de la sévérité du traitement pourrait venir à bout des particules restées grossières, cela aurait pour conséquence de dégrader les particules de bois plus labiles, et augmenter aussi la perte matière par dégradation trop poussée des molécules sous forme polymériques en composés volatils (par exemple les hémicelluloses les plus sensibles à la température et au temps de séjour). Il y a donc un avantage à recycler en tête de procédé les refus de crible post-vapocraquage de la poudre plutôt que d'augmenter la sévérité, voire à les soumettre isolément ou par campagne de regroupement à des conditions de sévérité plus adaptées.

Description des modes de réalisation

- [0018] **Un premier objet de l'invention concerne un procédé de vapocraquage** d'une biomasse ligno-cellulosique avec un facteur de sévérité donné caractérisé en ce qu'il comporte une étape de traitement des produits pulvérulents pour séparer les particules supérieures à une valeur seuil et les particules inférieures à ladite valeur seuil, et de traitement différencié des particules de la première catégorie et des particules de la deuxième catégorie.
- [0019] Ce procédé met en œuvre un criblage visant à séparer les particules de vapocraquage en deux catégories en vue d'un traitement différencié. La valeur seuil peut être par exemple la masse, la dimension, la section ou la densité des particules mais également leur comportement aéraulique ou tout autre critère permettant de séparer des particules trop fines ou trop grosses, trop denses... vis-à-vis d'une valeur seuil.
- [0020] Dans un mode de réalisation préféré, l'une des deux catégories de particules est granulée pour la préparation de granulés noirs.
- [0021] Dans un mode de réalisation particulier, les particules à granuler correspondent à la catégorie de particules inférieures à la valeur-seuil. Il s'agit d'éliminer les particules les plus grosses et/ou les plus denses et/ ou les plus résistantes.
- [0022] Dans un mode de réalisation alternatif, les particules à granuler correspondent à la

catégorie de particules supérieures à la valeur-seuil. Il s'agit d'éliminer les particules trop fines qui ne sont pas aptes à être granulées.

- [0023] Parmi les autres qualités attendues comme la résistance à l'eau, la tenue mécanique et le fort pouvoir calorifique, de manière générale, les granulés noirs peuvent être qualifiés par une constitution majoritaire (> 80%) de particules de taille inférieure à 500 μm , et quelques pourcents de particules supérieures au millimètre voire quelques millimètres.
- [0024] La résistance à l'eau des granulés peut être évaluée par trempage, à savoir le produit doit prendre peu d'eau pendant le trempage et les qualités du produit, comme sa tenue mécanique, ne doivent pas être altérées après trempage.
- [0025] La tenue mécanique des granulés est associée à une résistance aux chocs et une durabilité mécanique.
- [0026] Le pouvoir calorifique des granulés doit être augmenté par rapport à celui de la biomasse initiale.
- [0027] Le facteur de sévérité de l'étape de vapocraquage est fixé selon la nature de la biomasse et le type de poudre que l'on souhaite recueillir.
- [0028] Les particules qui sont éliminées subissent un traitement différent de la granulation et sont collectées et recyclées par exemple via une réintroduction dans l'enceinte de vapocraquage, immédiatement après séparation ou de manière différée, ou une valorisation dans d'autres procédés.
- [0029] Les différentes possibilités de traitement des particules éliminées sont autant de modes de réalisation particuliers de l'invention.
- [0030] Dans un mode de réalisation particulier, les particules supérieures à la valeur-seuil (résistantes, trop grosses et/ou trop denses par exemple) sont réintroduites directement dans l'enceinte de vapocraquage pour être à nouveau traitées au sein du procédé en continu.
- [0031] Dans un autre mode de réalisation particulier, les particules supérieures ou inférieures à la valeur-seuil sont collectées pour être recyclées différemment. Elles peuvent être réintroduites ultérieurement dans l'enceinte de vapocraquage à des conditions de sévérité différentes, ou être valorisées dans d'autres procédés. Les particules trop fines pour être granulées peuvent par exemple être utilisées en tant que substrat pour des réactions de biotransformations telles que les procédés biotechnologiques et la chimie verte... Les particules trop grosses peuvent être valorisées par une combustion locale dans une chaudière ou être intégrées dans des biomatériaux.
- [0032] Ce procédé permet donc de traiter une biomasse hétérogène et de valoriser l'ensemble de cette biomasse.
- [0033] Cette biomasse hétérogène peut consister en un mélange de bois jeunes et de bois vieux, un mélange de bois provenant d'espèces différentes, des bois de déchets...

- [0034] **Un deuxième objet de l'invention concerne une installation de vapocraquage** comportant en plus un séparateur des particules en deux catégories en fonction d'une valeur-seuil et un moyen de transport des particules ainsi séparées.
- [0035] L'installation de vapocraquage est une installation classique pour ce qui est des éléments allant jusqu'au collecteur de poudre situé en sortie de l'enceinte de vapocraquage. Le séparateur de particules peut être de tout type et dépend du critère choisi pour le crible. Le moyen de crible peut donc être une séparation par sélection de taille comme un tamis rotatif, une table vibrante perforée ou inclinée, une séparation densimétrique dynamique comme un crible balistique, ou un effet centrifuge.
- [0036] Le moyen de transport différentiel des particules permet le transport de la poudre de refus vers un lieu de traitement immédiat ou un lieu de stockage pour un traitement différé. Un tel moyen de transport peut être un tapis, une goulotte, une vis, un transporteur à chaîne, un système pneumatique...
- [0037] L'installation peut en outre comporter des équipements associés au traitement de ce refus en aval.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de vapocraquage d'une biomasse ligno-cellulosique avec un facteur de sévérité donné caractérisé en ce qu'il comporte une étape de traitement des produits pulvérulents pour séparer les particules supérieures à une valeur seuil et les particules inférieures à ladite valeur seuil, et de traitement différencié des particules de la première catégorie et des particules de la deuxième catégorie.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 dans lequel ladite valeur seuil est choisie parmi la masse, la dimension, la section, la densité des particules, le comportement aérodynamique desdites particules.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 dans lequel l'une desdites catégories de particules est granulée tandis que l'autre est éliminée.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3 dans lequel ladite catégorie de particules éliminée est collectée et recyclée via une réintroduction immédiate ou différée, ou une valorisation dans d'autres procédés.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4 dans lequel lesdites particules éliminées sont supérieures à la valeur-seuil et sont valorisées dans une combustion locale ou intégrées dans des biomatériaux.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 4 dans lequel lesdites particules éliminées sont inférieures à la valeur-seuil et sont valorisées dans des procédés de biotechnologie ou de chimie verte.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel ladite biomasse est hétérogène.
- [Revendication 8] Installation de vapocraquage caractérisée en ce qu'elle comporte un séparateur des particules en deux catégories en fonction d'une valeur-seuil et un moyen de transport différentiel des particules ainsi séparées.

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 867526
FR 1906796

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	CN 102 949 969 A (NAT INST CLEAN & LOW CARBON ENERGY) 6 mars 2013 (2013-03-06) * revendications 1,12-19,29,37,45-49,54-56; figure 1 * -----	1-8	C10B49/02 C10L9/08 C10L5/44 B07B1/00 B27L11/00 B09B3/00
X	US 2012/260563 A1 (MARKER TERRY L [US] ET AL) 18 octobre 2012 (2012-10-18) * alinéas [0024], [0043], [0044], [0065], [0066]; revendications * -----	1-8	
X	US 2014/298716 A1 (MARTY CHARLOTTE [FR] ET AL) 9 octobre 2014 (2014-10-09) * alinéas [0057], [0059], [0108], [0109] * -----	1-8	
X	US 2016/251611 A1 (OTTONELLO PIERO [IT] ET AL) 1 septembre 2016 (2016-09-01) * alinéas [0238] - [0239]; revendications 26-28 * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			C10L C10B D21H D21C B27L B09C B09B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 février 2020		Bertin, Séverine	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1906796 FA 867526**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **13-02-2020**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 102949969	A	06-03-2013	AUCUN	

US 2012260563	A1	18-10-2012	AU 2012246685 A1	31-10-2013
			BR 112013026816 A2	10-01-2017
			CA 2833347 A1	26-10-2012
			CL 2013003009 A1	27-06-2014
			CN 103649275 A	19-03-2014
			CN 105001897 A	28-10-2015
			DK 2699642 T3	28-08-2017
			EC SP13013030 A	31-03-2015
			EP 2699642 A1	26-02-2014
			EP 3190165 A1	12-07-2017
			JP 6133272 B2	24-05-2017
			JP 6352454 B2	04-07-2018
			JP 2014511940 A	19-05-2014
			JP 2017095726 A	01-06-2017
			KR 20140035904 A	24-03-2014
			KR 20180133929 A	17-12-2018
			MX 336692 B	28-01-2016
			MX 350821 B	21-09-2017
			MY 164844 A	30-01-2018
			NZ 616634 A	24-12-2015
			NZ 713659 A	30-06-2017
			RU 2643810 C1	06-02-2018
			RU 2013151054 A	27-05-2015
			UA 116332 C2	12-03-2018
			US 2012260563 A1	18-10-2012
			US 2015141716 A1	21-05-2015
			WO 2012145123 A1	26-10-2012
			ZA 201307636 B	29-04-2015
			ZA 201500377 B	26-10-2016

US 2014298716	A1	09-10-2014	BR 112014011095 A2	16-05-2017
			CA 2854096 A1	16-05-2013
			CN 103930528 A	16-07-2014
			EP 2776540 A1	17-09-2014
			FR 2982273 A1	10-05-2013
			JP 2015505862 A	26-02-2015
			US 2014298716 A1	09-10-2014
			WO 2013068480 A1	16-05-2013

US 2016251611	A1	01-09-2016	EP 3063265 A1	07-09-2016
			US 2016251611 A1	01-09-2016
			WO 2015062734 A1	07-05-2015
