

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 109 097**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **20 03719**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 01 D 19/00** (2019.12), C 12 P 5/02, C 12 M 1/107,
B 01 D 53/78, C 10 K 3/06

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 14.04.20.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.10.21 Bulletin 21/41.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME —
FR.

⑦2 Inventeur(s) : CARDON Guillaume, GREGORY
Raphaëlle, TRUEBA Antonio et VALÉNTIN Solène.

⑦3 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME.

⑦4 Mandataire(s) : L'NULLAIR LIQUIDE SOCIETE ANO-
NYME POUR L'NULLETUDE ET L'NULLEXPLOITA-
TION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE.

⑤4 Installation et un procédé pour la production de biogaz enrichi en méthane.

⑤7 Installation de production de biogaz comprenant un di-
gesteur alimenté par de la biomasse et un réacteur de désorption alimenté par de l'air permettant la désorption d'au moins une partie du CO₂ compris dans au moins une partie P de la biomasse, caractérisée en ce que ladite installation comprend un moyen d'introduction de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption, et un moyen d'introduction de l'air sous forme de bulles dans le réacteur de désorption.

FR 3 109 097 - A3



Description

Titre de l'invention : Installation et un procédé pour la production de biogaz enrichi en méthane

- [0001] La présente invention est relative à une installation et un procédé pour la production de biogaz enrichi en méthane.
- [0002] Le biogaz est le gaz produit lors de la dégradation de matières organiques en l'absence d'oxygène (digestion anaérobie) encore appelée méthanisation. Il peut s'agir d'une dégradation naturelle – on l'observe ainsi dans les marais ou les décharges d'ordures ménagères – mais la production de biogaz peut aussi résulter de la méthanisation de déchets dans un réacteur dédié, et dont les conditions sont contrôlées, appelé méthaniseur ou digesteur, puis dans un post-digesteur, similaire au digesteur et permettant de pousser plus loin la réaction de méthanisation.
- [0003] On appellera biomasse tout groupement de matières organiques pouvant se transformer en énergie à travers ce processus de méthanisation, par exemple les boues de station d'épuration, fumiers/lisiers, résidus agricoles, déchets alimentaires...
- [0004] Le digesteur, c'est-à-dire le réacteur dédié à la méthanisation de la biomasse, est une cuve fermée, chauffée ou non (opération à une température fixée, entre la température ambiante et 55°C) et dont le contenu constitué de la biomasse est brassé, en continu ou séquentiel. Les conditions dans le digesteur sont anaérobies et le biogaz généré se retrouve dans l'espace de tête du digesteur (ciel gazeux), où il est prélevé. Les post-digesteurs sont similaires aux digesteurs.
- [0005] De par ses constituants principaux – méthane et dioxyde de carbone – le biogaz est un puissant gaz à effet de serre ; il constitue aussi, parallèlement, une source d'énergie renouvelable appréciable dans un contexte de raréfaction des énergies fossiles.
- [0006] Le biogaz contient majoritairement du méthane (CH₄) et du dioxyde de carbone (CO₂) dans des proportions variables en fonction du mode d'obtention et du substrat mais peut également contenir, en moindres proportions de l'eau, de l'azote, de l'hydrogène sulfuré (H₂S), de l'oxygène, ainsi que des composés organiques autres, à l'état de traces, dont le H₂S, entre 10 et 50,000 ppmv.
- [0007] Selon les matières organiques dégradées et les techniques utilisées, les proportions des composants diffèrent, mais en moyenne le biogaz comporte, sur gaz sec, de 30 à 75% de méthane, de 15 à 60% de CO₂, de 0 à 15% d'azote, de 0 à 5% d'oxygène et des composés traces.
- [0008] Le biogaz est valorisé de différentes manières. Il peut, après un traitement léger, être valorisé à proximité du site de production pour fournir de la chaleur, de l'électricité ou un mélange des deux (la cogénération); la teneur importante en dioxyde de carbone

réduit son pouvoir calorifique, augmente les coûts de compression et de transport et limite l'intérêt économique de sa valorisation à cette utilisation de proximité.

- [0009] Une purification plus poussée du biogaz permet sa plus large utilisation, en particulier, une purification poussée du biogaz permet d'obtenir un biogaz épuré aux spécifications du gaz naturel et qui pourra lui être substitué ; le biogaz ainsi purifié est le « biométhane ». Le biométhane complète ainsi les ressources de gaz naturel avec une partie renouvelable produite au cœur des territoires; il est utilisable pour exactement les mêmes usages que le gaz naturel d'origine fossile. Il peut alimenter un réseau de gaz naturel, une station de remplissage pour véhicules, il peut aussi être liquéfié pour être stocké sous forme de gaz naturel liquide (bioGNL)...
- [0010] Selon la composition de la biomasse, le biogaz produit lors de la digestion contient du sulfure d'hydrogène (H₂S) dans des teneurs comprises entre 10 et 50 000 ppm.
- [0011] Le biométhane issu de la fermentation de biomasse dans des digesteurs a un prix élevé. Ce surcoût est du aux coûts de production et notamment aux coûts liés à l'épuration du biogaz sortie du digesteur jusqu'à obtention du biométhane. Le biogaz contient un taux important de CO₂ et une unité de séparation efficace est nécessaire. Les procédés de séparation couramment utilisées sont l'absorption, l'adsorption et la perméation. Pour que le biométhane devienne compétitif, une réduction des coûts d'épuration est nécessaire.
- [0012] Une solution déjà proposée décrit un procédé d'enrichissement du biogaz en méthane grâce à un réacteur indépendant du digesteur et désorbant le CO₂ par passage d'air gazeux au travers de la biomasse. L'air se charge alors de CO₂ qui est alors séparé du méthane.
- [0013] La mise en contact de l'air avec la biomasse permet la désorption du CO₂. Plus la mise en contact est efficace, plus le CO₂ est désorbé et donc plus le biogaz est enrichi en méthane.
- [0014] Partant de là, un problème qui se pose est de fournir une installation permettant d'améliorer la mise en contact de l'air avec la biomasse.
- [0015] Une solution de la présente invention est une installation de production de biogaz comprenant un digesteur alimenté par de la biomasse et un réacteur de désorption alimenté par de l'air permettant la désorption d'au moins une partie du CO₂ compris dans au moins une partie P de la biomasse, caractérisée en ce que ladite installation comprend un moyen d'introduction de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption, et un moyen d'introduction de l'air sous forme de bulles dans le réacteur de désorption.
- [0016] Selon le cas, l'installation selon l'invention peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous :
- [0017] – le moyen d'introduction de l'air permet de former des bulles de diamètre

inférieur à 10 mm

- le moyen d'introduction de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption comprend une colonne à spray.
- le réacteur de désorption comprend au moins un contacteur, de préférence un contacteur à garnissage en vrac.
- ladite installation comprend un moyen permettant l'extraction d'au moins une partie P de la biomasse comprise dans le digesteur, un moyen de récupération de la biomasse appauvrie en CO₂ en sortie du réacteur de désorption et un moyen permettant l'introduction de la biomasse récupérée dans le digesteur.

[0018] Dans le réacteur de désorption le rapport volumétrique Air/Biomasse sera de préférence compris entre 15 et 50.

[0019] La présente invention a également pour objet un procédé de production de biogaz mettant en œuvre une installation selon l'invention, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- [0020]
- a. Introduction de biomasse dans le digesteur,
 - b. Extraction d'au moins une partie P de la biomasse du digesteur,
 - c. Introduction de la partie P de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption ;
 - d. Introduction de l'air sous forme de bulles dans le réacteur de désorption ;
 - e. Récupération de la partie P de la biomasse appauvrie en CO₂ et d'un flux d'air enrichi en CO₂ ;
 - f. Introduction de la partie P de la biomasse appauvrie en CO₂ dans le digesteur ;
 - g. Digestion anaérobie de la biomasse dans le digesteur ; et
 - h. Récupération de biogaz enrichi en méthane.

[0021] De préférence à l'étape d) l'air introduit sous forme de bulles dans le réacteur de désorption est de l'air enrichi en oxygène, de préférence de l'air contenant au moins 22% d'oxygène. Ceci permet de limiter le transfert d'azote de l'air vers la biomasse en limitant sa concentration dans l'air.

[0022] L'invention propose d'améliorer le contact entre l'air et la biomasse en effectuant ce contact dans un réacteur de désorption avec des pertes de charge réduite.

L'augmentation du contact entre l'air et la biomasse permet d'optimiser les transferts de masse et donc d'améliorer la désorption du CO₂ du substrat.

[0023] Pour réduire la perte de charge et augmenter les transferts de masse, il est nécessaire de limiter la hauteur du lit de biomasse dans le réacteur de désorption.

[0024] Pour limiter la perte de charge et augmenter le contact entre l'air et la biomasse, l'introduction de la biomasse dans le réacteur de désorption doit se faire sous forme de gouttelettes. Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour créer ces gouttelettes.

L'entrée de la biomasse peut se faire, par exemple, sur un cône. La solution la plus évoluée serait la mise en place d'une colonne à spray.

[0025] Pour limiter la perte de charge et augmenter le contact entre l'air et la biomasse, l'introduction de l'air doit se faire sous forme de petites bulles. Plus les bulles d'air seront petites, meilleur sera le contact entre l'air et le substrat.

[0026] Une autre solution pour limiter la perte de charge et augmenter le contact entre l'air et le substrat est d'utiliser des contacteurs, par exemple garnissage en vrac.

[0027] Le digesteur de la biomasse comporte toutes les conditions requises pour mettre en oeuvre le traitement anaérobie de la biomasse. Par toutes les conditions requises pour le traitement anaérobie du substrat, on entend une atmosphère sans présence d'oxygène, un agitateur et un chauffage pour maintenir la température entre 30 et 70°C. Le digesteur de la biomasse permet de produire un biogaz enrichi en méthane. Le réacteur à perte de charge réduite permet de produire un air enrichi en CO₂.

Revendications

- [Revendication 1] Installation de production de biogaz comprenant un digesteur alimenté par de la biomasse et un réacteur de désorption alimenté par de l'air permettant la désorption d'au moins une partie du CO₂ compris dans au moins une partie P de la biomasse, caractérisée en ce que ladite installation comprend un moyen d'introduction de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption, et un moyen d'introduction de l'air sous forme de bulles dans le réacteur de désorption.
- [Revendication 2] Installation de production de biogaz selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen d'introduction de l'air permet de former des bulles de diamètre inférieur à 10 mm.
- [Revendication 3] Installation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le moyen d'introduction de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption comprend une colonne à spray.
- [Revendication 4] Installation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le réacteur de désorption comprend au moins un contacteur, de préférence un contacteur à garnissage en vrac.
- [Revendication 5] Installation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite installation comprend :
- Un moyen permettant l'extraction d'au moins une partie P de la biomasse comprise dans le digesteur,
 - Un moyen de récupération de la biomasse appauvrie en CO₂ en sortie du réacteur de désorption et
 - Un moyen permettant l'introduction de la biomasse récupérée dans le digesteur.
- [Revendication 6] Procédé de production de biogaz mettant en œuvre une installation selon l'une des revendications 1 à 5, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- a. Introduction de biomasse dans le digesteur,
 - b. Extraction d'au moins une partie P de la biomasse du digesteur,
 - c. Introduction de la partie P de la biomasse sous forme de gouttelettes dans le réacteur de désorption ;
 - d. Introduction de l'air sous forme de bulles dans le réacteur de

- désorption ;
- e. Récupération de la partie P de la biomasse appauvrie en CO₂ et d'un flux d'air enrichi en CO₂ ;
 - f. Introduction de la partie P de la biomasse appauvrie en CO₂ dans le digesteur ;
 - g. Digestion anaérobie de la biomasse dans le digesteur ; et
 - h. Récupération de biogaz enrichi en méthane.

[Revendication 7] Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'à l'étape d) l'air introduit sous forme de bulles dans le réacteur de désorption est de l'air enrichi en oxygène, de préférence de l'air contenant au moins 22% d'oxygène.