

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 août 2009 (13.08.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/098372 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01J 8/00 (2006.01) *B65G 69/04* (2006.01)
G01F 23/28 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/001602

(22) Date de dépôt international :
14 novembre 2008 (14.11.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0708014 15 novembre 2007 (15.11.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
TOTAL RAFFINAGE MARKETING [FR/FR]; 24,
Cours Michelet, F-92800 Puteaux (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
COTTARD, Bernard [FR/FR]; Route d'Amontot,
F-76430 Saint Romain de Colbosc (FR). **LEROY, Pascal**
[FR/FR]; 74 rue Bayard, F-76600 Le Havre (FR).

(74) Mandataires : **ROGER, Walter** et al.; Cabinet Jolly, 54,
rue de Clichy, 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE AND METHOD FOR LOADING SOLID PARTICLES INTO A CHAMBER

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR LE CHARGEMENT DE PARTICULES SOLIDES DANS UNE ENCEINTE

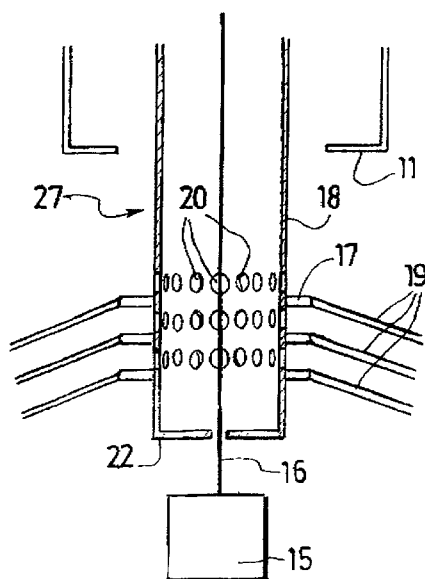


FIG.2

(57) Abstract : The invention relates to a device for loading solid particles into a chamber, comprising a supply means for particles (24), a means for dispersing particles from the top to the bottom of the chamber (26), at least one measuring means (17) for the height of the filling bed and at least one system for the automatic control of the supply means (24) and/or dispersion means (26) and a method and applications using the device.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de chargement de particules solides dans une enceinte comprenant; un moyen d'alimentation en particules (24), un moyen de dispersion des particules du haut vers le bas de l'enceinte (26), au moins un moyen de mesure (17) de la hauteur du lit de remplissage, et au moins un système automatisé de contrôle du moyen d'alimentation (24) et/ ou du moyen de dispersion (26), ainsi qu'un procédé et des utilisations mettant en œuvre le dispositif.

WO 2009/098372 A1



Publiée :

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

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

DISPOSITIF ET PROCEDE POUR LE CHARGEMENT DE PARTICULES SOLIDES DANS UNE ENCEINTE

La présente invention concerne le domaine du chargement de
5 particules solides dans tout type d'enceintes, notamment des réacteurs
industriels, et en particulier chimiques. Elle concerne plus précisément
un dispositif, un procédé et leurs utilisations pour charger une
enceinte, en particulier un réacteur chimique avec un solide divisé,
notamment avec un catalyseur.

10 L'invention se rapporte plus particulièrement à un dispositif et à
un procédé pour le chargement des réacteurs, notamment les
réacteurs à lit fixe de type chimique, électrochimique, pétrolier ou
pétrochimique, avec des particules solides, en particulier à l'état divisé.

Les particules peuvent se présenter sous forme de billes, de
15 grains, de cylindres, de pastilles, de bâtonnets, ou d'autres formes, et
sont généralement de faible taille. Elle peuvent être des tamis
moléculaires, des grains de catalyseurs solides, qui se présentent
généralement sous formes d'extrudés de type mono- ou multilobes,
dont la taille peut varier de quelques dixièmes de millimètres à
20 quelques centimètres.

De nombreux dispositifs destinés au remplissage de particules
solides dans une enceinte, notamment un réacteur chimique ou
pétrochimique, sont connus et décrits dans l'art.

Ces dispositifs et leurs procédés associés tentent de répondre à de
25 nombreux critères de qualité, tels que la vitesse de chargement,
l'homogénéité, la densité dudit chargement et, bien évidemment, ils
doivent permettre un chargement conforme aux règles de sécurité en
direction des opérateurs et des biens.

Le temps de chargement est un paramètre important dans le
30 remplissage des enceintes. En effet, plus un réacteur, par exemple
intégré dans une unité de traitement d'un produit hydrocarboné, est
chargé rapidement, plus le temps d'immobilisation de l'unité concernée
dans le procédé de fabrication est diminué, permettant ainsi un
redémarrage plus rapide. Ce facteur est primordial dans la mesure où
35 le coût d'immobilisation peut être très important.

Il est d'autre part indispensable que le lit de particules solides chargé, encore appelé « lit catalytique », présente une bonne homogénéité.

5 L'homogénéité est améliorée par un chargement dans lequel le « front de remplissage », appelé aussi « profil de chargement », c'est-à-dire l'interface entre la partie supérieure du lit catalytique et la partie non encore remplie du réacteur, présente un profil le plus proche de l'horizontale, voire horizontal. Ceci pour permettre d'obtenir une répartition des particules très régulière dans le lit catalytique.

10 Le respect de ce critère de qualité du chargement est très important, voire indispensable, afin de favoriser un écoulement du fluide à traiter et une cinétique réactionnelle constants et réguliers dans l'ensemble du volume du lit catalytique et ainsi permettre une amélioration de l'utilisation du catalyseur, par exemple en limitant, 15 voire en évitant, que des chemins privilégiés ne se créent, et ainsi que toute la masse catalytique ne soit pas utilisée de manière homogène.

Un autre facteur d'importance dans le domaine du chargement des réacteurs concerne la densité de chargement. De manière générale, nonobstant par exemple les phénomènes de pertes de charges, la 20 densité de particules présente dans le réacteur est proportionnelle à l'efficacité de la réaction chimique.

Cette densité est définie à partir de la quantité de masse catalytique chargée dans l'enceinte et de la hauteur (correspondant bien entendu à un volume) du lit catalytique. La hauteur est 25 habituellement mesurée par un opérateur et nécessite en général un arrêt du chargement afin que l'opérateur puisse mesurer ladite hauteur, par l'intermédiaire par exemple d'un fil à plomb, dans une atmosphère généralement poussiéreuse.

Plusieurs des dispositifs et procédés de chargement existants, 30 notamment ceux dits à « effet de pluie », peuvent se révéler insuffisants en termes de rapidité et/ou de qualité de remplissage, notamment en s'éloignant plus ou moins de l'horizontalité du front de remplissage.

Les différents dispositifs connus ne permettent pas, en général, la mesure rapide, voire en continu, de l'évolution du remplissage et/ou 35 ne tiennent pas compte de la géométrie interne de l'enceinte. En effet, l'intérieur de l'enceinte à remplir peut comprendre des « irrégularités », comme des doigts de thermocouples positionnés à différents niveaux

du lit catalytique, lesdits thermocouples étant destinés à mesurer les températures internes dudit lit à plusieurs niveaux du réacteur.

Ces irrégularités peuvent se comporter comme des obstacles à la bonne répartition des particules solides constituant le lit catalytique et nécessiter des réglages spécifiques ponctuels des dispositifs de chargement afin de contourner lesdits obstacles, notamment pour obtenir un chargement dont le front de remplissage est le plus proche possible de l'horizontale.

D'autres dispositifs de chargement faisant appel à une manche d'alimentation, descendue et suspendue à l'intérieur du réacteur, peuvent présenter des dangers importants pour les opérateurs, notamment en cas de décrochement ou de déchirure, quand ces derniers se trouvent en fond du réacteur pour orienter la manche en charge de particules afin de piloter ledit chargement.

C'est ainsi que pour obtenir une qualité optimale de chargement, la Demanderesse a proposé plusieurs dispositifs et procédés associés pour le remplissage d'enceintes, notamment de grandes tailles, avec des particules solides, par exemple dans la demande de brevet européen EP 0 007 854 et ses améliorations divulguées dans les demandes EP 0 116 246 et EP 0 769 462.

Plus récemment, la Demanderesse a proposé, afin d'améliorer encore les caractéristiques du chargement des enceintes de grandes tailles avec des particules solides, un nouveau type de dispositif décrit dans la demande de brevet FR 2 872 497 et qui consiste en un système de répartition desdites particules équipé d'un arbre central creux.

Cependant et malgré les récentes améliorations apportées au dispositif, il peut subsister un certain nombre d'inconvénients, dus par exemple à un dysfonctionnement du dispositif en cours de chargement ou à une perturbation extérieure.

Ces inconvénients sont par exemple :

- une homogénéité insuffisante des particules dans le lit catalytique, pouvant présenter notamment un « défaut » d'horizontalité du front de remplissage,
- une densité non-conforme, et en particulier inférieure, à la densité souhaitée,
- un temps de chargement anormalement élevé, et/ou

- de trop nombreuses interventions humaines pendant le chargement.

En plus, la Demanderesse, au cours de ses recherches dans le domaine, a mis en évidence un certain nombre de besoins pour accroître l'efficacité de tels chargements, et notamment :

- de disposer d'une meilleure mesure de la hauteur du lit catalytique en cours de chargement par l'augmentation de la fréquence et de la précision des mesures,
- une amélioration du suivi de l'état de la surface du profil de chargement avec prise en compte et remèdes associés aux éventuels défauts de pentes et/ou de planéité dudit profil de chargement,
- une automatisation améliorée du chargement permettant en particulier d'intervenir directement en temps réel sur le dispositif à partir de la prise en compte des paramètres ci-dessus énoncés, afin de diminuer encore le temps de chargement tout en réduisant les interventions humaines à leur strict minimum.

Ces inconvénients et besoins d'amélioration de l'efficacité du chargement sont d'autant plus marqués lorsque le remplissage est effectué avec des particules créant pendant le chargement une grande perturbation optique. Par « grande perturbation optique », on entend au sens de la présente invention que les conditions ne permettent pas une visualisation optique correcte et/ou immédiate de l'état du front de remplissage. Cette perturbation optique est généralement due à la présence de nombreuses poussières qui se forment au niveau du dispositif de chargement, par exemple à partir des grains de catalyseur dans un réacteur chimique, poussières qui sont présentes en quantités plus ou moins importantes suivant le type de catalyseur à charger.

Des solutions ont été proposées pour améliorer le contrôle en continu du chargement d'une enceinte par des particules solides.

Par exemple, la demande de brevet japonais JP 7-242337 divulgue un procédé et un dispositif de suivi du remplissage d'une enceinte (réacteur) par un catalyseur granulaire. Le dispositif décrit comprend un moyen de remplissage, situé au centre de la partie supérieure de l'enceinte, répandant une pluie de grains de catalyseur, ainsi qu'un dispositif émetteur d'un rayon laser balayant la surface du front de

remplissage et un moyen détectant le rayon laser émis par le dispositif émetteur et réfléchi par la surface du front de charge.

Les dispositifs émetteur et détecteur sont fixés sur la paroi de l'enceinte, à hauteur du moyen de remplissage. Ce système présente l'inconvénient d'être assez difficile et long à installer à l'intérieur de l'enceinte à remplir, augmentant ainsi de manière indésirable la période d'inactivité du réacteur.

Par ailleurs, ce système comportant un moyen de mesure télémétrique à hauteur du moyen de remplissage ne peut pas fonctionner correctement, ou ne peut pas fonctionner du tout, avec le dispositif de chargement dense décrit dans FR 2 872 497. En effet, la présence des déflecteurs en rotation entre le front de remplissage et le système de mesure télémétrique perturberait les mesures au laser, notamment en fin de chargement.

En plus, la technologie de mesure laser n'est pas performante, voire inadaptée, dans un environnement poussiéreux tel que celui du chargement d'un réacteur par des grains de catalyseur.

Il subsiste ainsi un besoin pour un dispositif de remplissage permettant de résoudre en tout ou partie les problèmes évoqués ci-dessus, et qui permette :

- d'effectuer des mesures automatisées de la hauteur et/ou de l'état du front de remplissage du lit catalytique à une fréquence élevée, notamment sans arrêt ou pendant un arrêt bref du chargement,
- de réaliser ces mesures avec précision, par exemple sur la hauteur centrale du lit catalytique, ainsi que sur le profil de chargement dudit lit, tout au moins sur une grande partie, sans être dépendant de la quantité de poussières générées pendant le chargement,
- d'effectuer ces mesures sans intervention humaine dans l'enceinte,
- d'automatiser le chargement de l'enceinte, par exemple à partir des résultats desdites mesures afin de minimiser les interventions humaines dangereuses, et
- de remplir l'enceinte de manière automatique par des particules solides d'une façon homogène et précise tout en définissant précisément la densité du chargement par une meilleure connaissance des paramètres dudit chargement.

Au cours de ses nombreux travaux de recherche, la Demanderesse a mis au point un nouveau dispositif qui peut notamment utiliser le système de chargement dense (Densicat®) divulgué dans FR 2 872 497, avec une grande facilité de mise en place et de fonctionnement. La présente invention permet d'automatiser et/ou d'améliorer le chargement d'un réacteur par un meilleur suivi de la hauteur du lit catalytique en cours de chargement et/ou de l'état de la surface du front de remplissage.

La présence de systèmes automatisés intervenant sur les paramètres de réglages du dispositif peut permettre une diminution des interventions humaines en cours de chargement et notamment des interventions humaines dangereuses à l'intérieur du réacteur.

Selon un premier aspect, la présente invention a pour objet un dispositif de chargement de particules solides dans une enceinte comprenant :

- un moyen d'alimentation en particules,
- un moyen de dispersion des particules du haut vers le bas de l'enceinte,
- au moins un moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage, et
- au moins un système automatisé de contrôle du moyen d'alimentation et/ou du moyen de dispersion.

Le dispositif selon l'invention peut être indépendant de l'enceinte à charger, et notamment amovible. Ceci a pour avantage de permettre le chargement successif de plusieurs enceintes avec un seul dispositif.

Il comprend au moins un moyen d'alimentation permettant d'alimenter en particules solides, notamment du haut vers le bas, le moyen de dispersion.

Ce moyen d'alimentation peut comprendre en amont au moins une vanne de sectionnement, en particulier automatisée. Il peut être par exemple alimenté par au moins une trémie, notamment équipée d'une vanne de sectionnement. Le moyen d'alimentation peut entourer partiellement ou totalement l'arbre central du moyen de dispersion, en particulier un arbre central tel que défini ci-dessous.

Le moyen d'alimentation peut être pourvu d'au moins un moyen de fermetures, notamment automatisé. En particulier, ce moyen de

fermeture peut être de type obturateur, par exemple des volets, dont les déplacements peuvent être réalisés par des vérins ou de tout moyen connu dans la technique, qui peuvent être commandés à distance.

5 Ces moyens de fermeture sont destinés à obstruer de manière automatique, totalement ou partiellement, au moins un orifice ou au moins un groupe d'orifices d'évacuation des particules solides, notamment disposés au-dessus du moyen de dispersion.

10 Ces moyens de fermeture peuvent ainsi permettre de commander le débit en particules des orifices d'évacuation, durant l'opération de chargement de l'enceinte, et plus particulièrement pendant la dispersion des particules.

15 La gestion des flux des particules solides ou des grains de catalyseur arrivant sur le moyen de dispersion peut être ainsi contrôlée, notamment afin de pouvoir agir sur le profil de chargement. En effet, le contrôle du débit de chaque évacuation qui influe sur la dispersion des particules peut permettre, avec certains réglages, de créer ou de remédier à des irrégularités, comme des creux et des bosses. Plus particulièrement, le contrôle maîtrisé permet d'obtenir un profil de chargement conforme au profil de consigne désiré, c'est à dire
20 généralement plat et horizontal.

Selon un mode de réalisation particulier, le moyen de dispersion comprend un arbre central, éventuellement creux, sur lequel sont attachés des déflecteurs de type lanières, de préférence semi-rigides. Ledit arbre est entraîné en rotation par un moyen d'entraînement qui
25 peut être un moteur, par exemple excentré par rapport à l'arbre, alimenté par un gaz, de préférence choisi parmi l'azote et l'air.

L'axe de rotation de l'arbre central qui peut tourner à une vitesse allant de 10 à 300 tours par minute et de préférence de 40 à 200 tours par minutes, est généralement parallèle à l'axe longitudinal du réacteur. Cependant, cet axe de rotation peut être décalé de manière automatisée par rapport audit axe de l'enceinte par l'intermédiaire d'au
30 moins un vérin automatisé, en particulier pendant le chargement ou pendant un arrêt de celui-ci. Le décalage peut être d'un angle allant jusqu'à 45°, notamment jusqu'à 30°, par rapport à l'axe longitudinal de l'enceinte, afin de corriger d'éventuels défauts de planéité.
35

L'arbre central du moyen de dispersion est généralement positionné sur l'axe longitudinal de l'enceinte, mais il peut être

déplacé, par exemple automatiquement par l'intermédiaire d'au moins un vérin automatisé, pendant le chargement ou lors d'un arrêt de celui-ci parallèlement à cet axe, d'une distance allant jusqu'à 50 cm, et en particulier allant jusqu'à 20 cm de la position de l'axe longitudinal de l'enceinte.

Les variations de positions de l'arbre central associées aux variations de sa vitesse de rotation, peuvent permettre de modifier la répartition des particules dans l'enceinte.

Le dispositif de chargement peut comprendre un système automatisé de contrôle comprenant des vérins permettant notamment des actions automatisées de modifications des paramètres de réglages du moyen d'alimentation et/ou du moyen de dispersion, en particulier selon les données des mesures de la hauteur et/ou de l'analyse du front de remplissage du lit catalytique en cours de chargement.

Le dispositif comprend au moins un moyen de mesure permettant de déterminer la hauteur du lit de particules en cours de chargement.

Par « mesure permettant de déterminer la hauteur du lit de particules » on entend au sens de la présente invention, la distance mesurée entre le moyen de mesure (ou le plateau supérieur interne d'un réacteur chimique le plus proche du moyen de mesure) et un ou plusieurs points, par exemple de 2 à plusieurs dizaines de points, compris dans une zone centrale définie sur le front de remplissage.

On calcule ensuite à partir de ces distances mesurées, la hauteur entre ces mêmes points mesurés et le sol ou l'extrémité inférieure du lit pour en déduire dans ce dernier cas, la hauteur du lit de particules en cours de chargement ou, in fine, chargé.

Le moyen de mesure peut être choisi dans le domaine des émissions électromagnétiques ou acoustiques, par exemple de types radars et/ou sonars, ou toute technique connue dans l'art et permettant une mesure de distance instantanée et précise dans un milieu hostile, notamment poussiéreux.

En particulier, le moyen de mesure de la hauteur de remplissage est disposé en tout ou partie au-dessus ou au-dessous du moyen de dispersion, et en particulier des lanières dans le cas du dispositif décrit dans FR 2 872 497, et notamment au-dessous de celles-ci. Quand il est disposé en dessous des moyens de dispersion, le moyen de mesure

peut être disposé en tout ou partie à l'intérieur du tube creux fixe de l'arbre central du dispositif.

Selon un mode de réalisation particulier, le moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage est pourvu d'au moins un moyen de déplacement permettant au moyen de mesure, par l'intermédiaire d'un
5 moyen de liaison, d'être soit logé dans le tube creux fixe situé dans l'arbre creux rotatif, soit de sortir en partie ou totalement dudit tube creux, en particulier pour pouvoir prendre des mesures.

Le moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage n'est
10 généralement pas rendu solidaire de l'arbre creux en rotation, mais l'invention peut s'appliquer dans le cas contraire, en particulier avec un programme informatique adapté à l'exploitation des mesures.

Les radars peuvent présenter un temps de mesure inférieur ou égal à 1 minute, en particulier inférieur ou égal à 10 secondes, voire
15 inférieur ou égal à 1 seconde. Les radars peuvent présenter un diamètre extérieur inférieur ou égal à 200 mm, et notamment inférieur ou égal à 130 mm.

Leur hauteur peut être inférieure ou égale à 1000 mm, et en particulier inférieure ou égale à 500 mm.

20 Les radars peuvent présenter un angle de cône d'émission de 22°, notamment de 8°, voire de 4°.

Tout particulièrement, le radar peut être du type Vegapuls 68 ou Vegapuls 67 commercialisé par la société VEGA, ayant un angle de cône d'émission d'environ 8°.

25 Les sonars peuvent présenter un diamètre inférieur ou égal à 50 mm ou inférieur ou égal à 20 mm, voire inférieur ou égal à 16 mm.

Leur hauteur peut être inférieure ou égale à 40 mm, voire inférieure ou égale à 12 mm et ils peuvent avoir un angle de cône d'émission des ondes de 8°.

30 En particulier le(s) sonar(s) utilisé(s) peu(ven)t être des sonars commercialisés par la société Alctra.

Le dispositif peut comprendre également au moins un moyen permettant de mesurer le profil de chargement, notamment du même type que le moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage. En
35 particulier le même moyen permet de déterminer la mesure de la hauteur du lit de particules et la mesure du profil de chargement.

Par « au moins un moyen permettant de mesurer le profil de chargement », on entend au sens de la présente invention un moyen permettant de mesurer la distance entre le moyen de mesure et un certain nombre de points répartis sensiblement sur toute la surface du front de chargement et permettant d'obtenir une représentation en
5 deux ou trois dimensions de la surface du front de remplissage.

Le moyen de mesure du profil de chargement peut permettre des mesures en différents points répartis sur toute le diamètre (2D) ou sur toute la surface (3D) du lit de particules solides, soit parce qu'il est
10 apte à prendre des mesures simultanées dans plusieurs directions, notamment à partir de plusieurs moyens de mesures, notamment des émetteurs-détecteurs, disposés par exemple sur un demi volume de sphère, soit parce qu'il est mobile et peut prendre des mesures séquentielles de différents points ou zones du front de remplissage en
15 effectuant un mouvement contrôlé.

En particulier, le moyen de mesure du profil de chargement permet de mesurer la hauteur d'au moins 1 point pour chaque unité de surface du front de remplissage. L'unité de surface peut être inférieure ou égale à 0,2 m², notamment inférieure ou égale à 0,1 m²,
20 en particulier inférieure ou égale à 0,05 m², voire inférieure ou égale à 0,01 m².

Le moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement peut tout particulièrement mesurer en une seule mesure les hauteurs d'un ensemble de points d'une surface, et ainsi
25 permettre l'obtention d'une représentation en 3 dimensions.

Selon un premier mode de réalisation, le moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement est positionné sur l'axe longitudinal de l'enceinte et/ou de l'arbre central.

Selon un deuxième mode de réalisation, l'axe du moyen de mesure de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement peut être différent de l'axe longitudinal de l'enceinte et/ou de l'arbre central.
30

En particulier, le moyen de mesure peut être équipé d'au moins un moyen moteur angulaire permettant de faire varier l'angle de mesure. L'angle de mesure peut être un angle allant jusqu'à 30°, en
35 particulier d'un angle allant jusqu'à 45°, voire d'un angle allant jusqu'à 60°, tout particulièrement d'un angle allant jusqu'à 80° par rapport à l'axe longitudinal de l'enceinte.

Tout particulièrement, dans le cas où au moins un moyen moteur angulaire est présent, il peut permettre d'augmenter les angles de mesure lorsque la hauteur du lit de remplissage augmente.

5 Le dispositif peut comprendre plusieurs moyens de mesure du profil de chargement. En particulier, ces moyens de mesure peuvent présenter un axe de mesure différent, par exemple pour permettre de mesurer plusieurs surfaces en même temps. Tout particulièrement, ces moyens sont positionnés sur un rayon suivant une courbe, notamment circulaire. Ceci peut notamment permettre de mesurer le profil de
10 chargement en faisant tourner les différents moyens de mesure.

Les moyens de mesure de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement peuvent être munis de moyens moteurs angulaire et/ou rotatoires permettant à ces moyens de mesure d'effectuer un mouvement de rotation défini, en particulier de se
15 déplacer d'un angle de rotation déterminé.

Les moyens de mesure du profil de chargement peuvent effectuer des mouvements de rotation contrôlés, en particulier dans un plan horizontal ou dans les trois dimensions.

Encore plus particulièrement, les moyens de mesure peuvent être
20 positionnés de manière à permettre de mesurer les hauteurs sur tout le profil de chargement du lit catalytique de l'enceinte, en particulier en « une fois ». Les moyens de mesure peuvent alors être disposés selon des angles permettant des mesures sur toute la surface du front de chargement, en particulier ils peuvent être disposés selon une forme
25 sphéroïdale, cylindrique ou selon toute forme géométrique adaptée.

Le ou les moyens de mesure de la hauteur du lit de remplissage et le ou les moyens de mesure du profil de chargement peuvent permettre des mesures d'une précision inférieure à 10 cm, en particulier inférieure à 1 cm.

30 Les mesures du profil de chargement peuvent notamment être effectuées depuis le début du remplissage, jusqu'à une hauteur du lit de remplissage de quelques dizaines de cm par rapport au(x) moyen(s) de mesures, c'est-à-dire quand l'enceinte est considérée pleine de particules solides.

35 En particulier, le ou les moyens de mesure de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement, permettent d'effectuer des mesures dans des conditions de visibilités réduites, notamment dans

une atmosphère poussiéreuse, voire très poussiéreuse, et/ou comportant des vapeurs de différentes natures.

Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comprend des moyens de comparaison du profil de chargement souhaité et du
5 profil de chargement mesuré. Ces moyens de comparaison peuvent notamment être mis en œuvre par ordinateur.

Tout particulièrement, le profil de chargement souhaité est horizontal. Cependant, l'intérieur de l'enceinte à remplir peut présenter des éléments susceptibles de perturber la dispersion et/ou la
10 disposition des particules pendant le chargement et donc l'horizontalité du profil de chargement, notamment la présence de doigts de thermocouples à l'intérieur de l'enceinte comme évoquée précédemment.

En particulier, le profil souhaité est issu d'un modèle théorique, voire mathématique, de remplissage de l'enceinte, d'un modèle
15 expérimental, ou d'un modèle mixte expérimental et théorique.

Selon la hauteur calculée du lit de particules dans l'enceinte à partir d'au moins une mesure de la hauteur de remplissage et le résultat de la comparaison du profil de chargement mesuré avec le
20 profil de chargement souhaité ou théorique et en tenant compte du modèle mathématique traduisant la forme intérieure de l'enceinte, il peut être utile de modifier les paramètres de réglages du moyen de dispersion, par exemple son sens de rotation, afin d'obtenir un profil de chargement le plus proche possible du profil de chargement
25 souhaité.

Le dispositif selon la présente invention peut permettre une modification automatisée des paramètres de remplissage et/ou de dispersion notamment via :

- le réglage des moyens de dispersion, comme le sens de rotation et la
30 vitesse de rotation des déflecteurs,
- le débit du chargement, qui peut notamment être régulé par l'intermédiaire d'au moins une vanne de sectionnement du débit d'alimentation,
- le positionnement de l'arbre creux, notamment par le décalage de
35 l'axe de l'arbre creux par rapport à l'axe longitudinal et/ou de symétrie de l'enceinte et/ou de l'axe vertical,

- l'inclinaison du moyen de dispersion par rapport à l'axe longitudinal de l'enceinte, notamment par une inclinaison de quelques degrés, et/ou
- le réglage des différents flux en particules sur les déflecteurs, notamment via l'ouverture partielle ou totale des orifices d'évacuations ou groupes d'orifices d'évacuation inférieures et/ou latérales.

Selon un mode de réalisation particulier, les mesures sont réalisées pendant quelques secondes, notamment quelques dixièmes de seconde et en particulier sans arrêt du chargement, entraînant de facto et en temps réel des éventuelles modifications sur les paramètres, évoqués ci-dessus, des différents moyens liés au dispositif de chargement. Bien évidemment, ces mesures peuvent également être réalisées pendant un arrêt de chargement avec prise en compte différée des modifications automatiques des paramètres de réglages du dispositif de chargement.

Selon un autre de ses aspects, l'invention a pour objet un procédé de chargement de particules solides dans une enceinte dans lequel

- lesdites particules circulent du haut vers le bas
- la hauteur du lit de particules et le profil de chargement du lit de particules son mesuré, notamment en continu et/ou de manière intermittente en cours de chargement,
- les paramètres de chargement sont ajustés, notamment selon la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement.

En particulier, le résultat des mesures est comparé avec au moins un modèle déterminé, et tout particulièrement, les éventuels écarts constatés par des actions commandées et automatiques sur les différents paramètres de réglages du dispositif de chargement sont réduits.

Le procédé utilise, en particulier un dispositif tel que décrit dans le présent document.

La mesure nécessite l'arrêt du chargement pendant moins de 10 minutes, notamment moins de 5 minutes, en particulier moins d'une minute, et de préférence ne nécessite pas l'arrêt du chargement.

Les paramètres de chargement, du moyen d'alimentation et/ou du moyen de dispersion sont ajustés en fonction des résultats des

mesures de la hauteur du lit de particules et/ou du profil de chargement, en particulier par rapport à un modèle prenant en compte les caractéristiques géométriques intérieures de l'enceinte à charger. Plus spécialement, ces comparaisons et ajustements sont
5 automatiques et contrôlés par un ordinateur qui donne des ordres à des moyens mécaniques motorisés.

Le moyen de mesure du profil de chargement peut mesurer la hauteur d'au moins 1 point pour chaque unité de surface représentant moins de 20 % et de préférence moins de 10% de la surface totale.

10 Selon un autre de ses aspects, l'invention a encore pour objet l'utilisation du dispositif selon l'invention ou du procédé selon l'invention, pour effectuer le chargement d'au moins un lit catalytique dans un réacteur chimique d'hydrotraitement des hydrocarbures.

L'invention est maintenant décrite en référence aux figures, non
15 limitatives, dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'une enceinte catalytique dont un lit de catalyseur est en cours de chargement,
- la figure 2 représente une vue partielle du dispositif en 3 dimensions,
- 20 - la figure 3 est une vue partielle en coupe transversale d'un dispositif selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue partielle en coupe transversale d'un dispositif selon un autre mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 5 est une vue en coupe transversale d'un moyen de mesure
25 équipé d'un radar permettant des mesures de la surface du front de chargement.

La figure 1 présente une enceinte catalytique (1) constituée de trois lits habituellement chargés en particules solides telles des grains de catalyseur. Cette enceinte, dénommée réacteur dans la profession,
30 comprend une paroi extérieure (2), des plateaux de distribution de la charge à traiter constitués de plusieurs cheminées (3, 4, 5), eux-mêmes surmontés de plateaux pour la pré-distribution de la charge (6, 7, 8) et des plateaux supports du lit catalytique (9, 10).

Les plateaux de pré-distribution ainsi que les plateaux supports
35 des lits catalytiques, sont habituellement percés de nombreux trous destinés à l'écoulement de la charge et du fluide réactif circulant à co-courant et comprennent, à l'identique du plateau à cheminées, une

plus grosse ouverture ou « trou d'homme » obstruée en fonctionnement.

Comme son nom l'indique, ce trou d'homme quand il est ouvert permet entre autres choses, le libre passage d'un opérateur à l'intérieur du réacteur. Le réacteur (1) comprend également une ouverture supérieure (11) et une ouverture inférieure (12) pour l'entrée et la sortie des fluides. Ce réacteur (1) comprend trois lits catalytiques distincts (13, 14, 15) dont le lit supérieur est en cours de chargement (pluie de catalyseur en direction du lit non représentée) avec le dispositif (16) et le procédé objets de la présente invention ; le dispositif (16) étant en partie décrit dans FR 2 872 497. Le moyen de mesure de type sonar (17) du dispositif (16) est représenté actif sur la figure 1, c'est-à-dire que le sonar est en cours de mesure (18) de la hauteur du lit catalytique supérieur.

Le dispositif selon l'invention est susceptible de venir prendre place, par exemple sur un des plateaux de pré-distribution (6, 7 ou 8) au niveau du trou d'homme selon qu'il charge et constitue en grains de catalyseurs les lits (13, 14 ou 15), ou éventuellement sur l'ouverture supérieure 11 en cas de chargement au-dessus du plateau de pré-distribution supérieur.

En fonction des lits catalytiques à charger, le dispositif objet de la présente invention est introduit dans l'enceinte par l'intermédiaire de l'ouverture supérieure (11), ou des trous d'hommes, dont le diamètre est inférieur ou égal à 80 cm, notamment inférieur ou égal à 60 cm, voire inférieur ou égal à 50 cm.

Le chargement complet de l'enceinte catalytique (1) à l'aide du dispositif et du procédé objets de la présente invention peut être réalisé en trois étapes :

1/ chargement du lit inférieur avec le dispositif installé au niveau du trou d'homme localisé sur le plateau de pré-distribution (8),

2/ chargement du lit intermédiaire avec le dispositif installé comme ci-dessus sur le plateau (7),

3/ chargement du lit supérieur avec le dispositif installé sur le plateau de pré-distribution 6.

Chacun des lits catalytiques comprend en ses parties inférieure et supérieure des petits lits de billes inertes (19, 20, 21, 22, 23) constituées essentiellement d'alumine et sont destinés à retenir les

grains de catalyseurs en partie inférieure du lit catalytique et d'effectuer une répartition de la charge dans sa partie supérieure. Le lit de billes inertes supérieur au lit catalytique (13) n'est pas représenté sur la présente figure 1 puisque ce dernier est en cours de chargement.

5 Le dispositif objet de la présente invention est initialement positionné à chacune des trois étapes décrites ci-dessus en faisant correspondre l'axe de son arbre de rotation (Z'Z) avec l'axe (X'X) de l'enceinte à charger.

10 La figure 2 représente une vue partielle du dispositif (16) en 3 dimensions.

Sur cette figure, sont représentés le moyen d'alimentation en particules solides (24), ici des grains de catalyseur, le moyen de dispersion constitué d'un arbre creux rotatif (25) équipé de ses déflecteurs, notamment de type lanière, représentés en partie sur un seul niveau (26) et le moyen de mesure de la hauteur et/ou du profil du front de chargement (17) équipé de son moyen de liaison (37), disposé totalement sous les déflecteurs (26), et plus exactement installé sous l'arbre creux fixe (non représenté) contenu à l'intérieur de l'arbre creux rotatif (25). Les déflecteurs (26) peuvent être attachés par des attaches flexibles.

Le moyen d'alimentation peut comporter :

- des obturateurs horizontaux (28) dont l'ouverture et/ou la fermeture est (sont) commandée(s) à distance automatiquement par les vérins (29),
- 25 - des lumières latérales (30) pouvant être recouvertes partiellement ou totalement par des obturateurs (31) commandés automatiquement par les vérins (32),
- au moins un vérin (33) pour commander le déplacement horizontal du dispositif, parallèlement à l'axe longitudinal du réacteur, d'une distance inférieure ou égale à 50 cm, ou de préférence inférieure ou égale à 20 cm, et/ou
- 30 - un vérin (34) permettant de faire varier l'axe de rotation du dispositif d'un angle inférieur à 45° et de préférence inférieur à 30° par rapport à l'axe longitudinal du réacteur.

35 Les vérins (33 et 34) peuvent disposer d'un point fixe (35) situé sur le réacteur pour fonctionner.

Les types de vérins équipant le dispositif sont connus dans l'art et devront pouvoir fonctionner dans une atmosphère poussiéreuse constituée essentiellement de particules solides, notamment de grains de catalyseurs.

5 La figure 3 représente un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention. Le moyen de dispersion des particules solides comprend un arbre de rotation (25) constitué d'un tube creux sur lequel des attaches (36) relient des déflecteurs flexibles (26), généralement constitués en une matière souple de type caoutchouc, au
10 dit arbre de rotation (25).

L'arbre de rotation creux (25), comprend en son sein un tube creux fixe (38) fixe, solidaire du moyen d'alimentation (24) dans lequel est disposé le ou les moyen(s) de mesure (17) de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement.

15 Le moyen de mesure (17) peut comprendre au moins un moyen de liaison (37) , par exemple en partie logé dans l'arbre creux fixe (38) comme indiqué sur la figure 3. Le moyen de liaison (37) peut permettre la communication entre le moyen de mesure (17) et des moyens de contrôle et de calcul, notamment un ordinateur. Il peut également être
20 constitué de telle façon qu'il pourvoit au déplacement du moyen de mesure (17), en translation vertical et/ou en rotation.

Le moyen de mesure (17) peut comprendre un ou plusieurs dispositif(s) de mesure(s), par exemple une pluralité de radars et/ou de sonars, en particulier permettant des mesures de type instantanées de
25 zones différentes sur le front de remplissage. Tout particulièrement le moyen de mesure se présente sous la forme d'une « boule à facettes » dont chacune des facettes est constituée par un dispositif de mesure, notamment un sonar ou un radar.

L'arbre de rotation creux (25) peut être pourvu d'orifices
30 d'aspiration des poussières (non représentés) générées lors de l'impact des particules solides sur les déflecteurs (26).

La figure 4 représente un autre mode de réalisation dans lequel le moyen de dispersion des particules solides comprend un arbre creux (25) mobile en rotation sur lequel viennent se positionner des moyens
35 de dispersion comprenant des attaches (36) reliant les déflecteurs flexibles (26) à l'arbre creux (25).

L'arbre creux rotatif (25) comprend en son sein un tube creux fixe (38) solidaire du moyen d'alimentation (24)

Le moyen de mesure (17) est porté par au moins un moyen de liaison (37) passant dans le tube d'alimentation (24). Ce moyen de mesure peut être logé dans le tube d'alimentation (24) et montés ou descendus, notamment en dessous des déflecteurs, lorsque ceux-ci sont immobiles, afin de prendre des mesures.

L'impact des déflecteurs en rotation sur la mesure des niveaux du lit catalytique ou du front de chargement, peut être préalablement considéré comme du bruit de fond de la mesure et soustrait à chacune desdites mesures.

Le diamètre intérieur du tube creux peut être inférieur ou égal à 200 mm, notamment inférieur ou égal à 180, en particulier inférieur ou égal à 160 mm, voire inférieure ou égale à 140 mm, et tout particulièrement inférieur ou égal à 130 mm.

La figure 5 présente un montage particulier d'un moyen de mesure de type radar (17) disposé sur l'axe longitudinal X'X du réacteur à charger (non représenté) et monté sur un axe horizontal (39) autour duquel ledit moyen de mesure (17) peut pivoter à l'aide d'un moyen moteur angulaire équipant ledit moyen de mesure (17). Le moyen de mesure (17) étant disposé immédiatement sous le tube creux fixe (38).

L'axe horizontal est relié mécaniquement à un moyen de liaison (37) qui peut également assurer un mouvement de rotation autour de l'axe X'X. Ainsi le moyen de mesure (17), et plus exactement son faisceau de balayage (18), peut balayer la surface (40) suivant l'axe Y'Y du front de chargement du lit catalytique (13). Ceci est réalisé en faisant varier, par exemple de manières programmées, l'angle alpha et la vitesse de rotation autour de l'axe X'X, et donc en permettant d'effectuer des mesures du profil sur toute la surface (40) du front de remplissage du lit catalytique.

L'axe (Y'Y) du moyen de mesure (17) peut être positionné sur l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger ou l'axe (Y'Y) du moyen de mesure (17) peut être différent de l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger. Bien entendu, dans le cas où le moyen de mesure peut être déplacé en rotation, il peut à un moment être dans une position et à un autre moment être dans une autre position.

Selon une variante, le moyen de mesure (17) peut être solidaire du tube creux en rotation (25).

EXEMPLE

5 Deux lits superposés de catalyseur sont à charger dans un réacteur chimique de type axial.

Chacun des deux lits mesure 8 mètres de haut et le diamètre du réacteur est de 4 mètres.

10 La charge d'hydrocarbures à traiter circule à co-courant dans le réacteur avec le gaz réactif, généralement de l'hydrogène seul ou en mélange.

15 Les 100 tonnes de catalyseur appelé à constituer le lit inférieur sont chargés avec un moyen de dispersion fonctionnant à effet de pluie et possédant un arbre creux rotatif portant des déflecteurs de type lanière.

Le lit supérieur (également 100 tonnes de catalyseur) est chargé avec un dispositif conforme à la présente invention comprenant le même moyen de dispersion que pour le lit inférieur. Le procédé de chargement tel que décrit dans le présent document est également
20 appliqué au chargement du lit supérieur.

Dans les deux cas de chargement, l'axe de l'arbre creux rotatif est superposé à l'axe longitudinal du réacteur.

1/ Chargement du lit inférieur

25 Afin de confirmer un chargement conforme du lit catalytique, à savoir par exemple une pente du front de chargement inférieure à 10° par rapport à l'horizontale, l'opérateur situé à l'intérieur du réacteur interrompt plusieurs fois ledit chargement (arrêt du moyen de dispersion) pendant l'opération. Plus précisément c'est par exemple à 15%, 30%, 50%, 70% et 90% de la quantité chargée que l'interruption
30 se produit.

L'opérateur effectue alors à l'intérieur du réacteur, généralement dans une atmosphère hostile qui peut être poussiéreuse et également inertée à l'azote, plusieurs mesures de la hauteur du lit catalytique à l'aide d'un décamètre passé à travers les orifices du plateau de pré-
35 distribution de la charge. Ensuite, un examen de la surface du lit est réalisé visuellement afin de modifier manuellement les réglages, notamment les moyens de fermeture du moyen d'alimentation pour

corriger un éventuel défaut de planéité du front de chargement du lit catalytique.

Un opérateur expérimenté réalise la dizaine de mesures au décamètre et les mesures visuelles dans un temps qui est
5 généralement d'une demi-heure. A cette durée d'immobilisation du moyen de dispersion, c'est-à-dire à la durée de l'arrêt du chargement, vient s'ajouter un éventuel démontage et remontage du moyen de dispersion pour le réglage des moyens de fermeture du moyen d'alimentation, opération dont la durée moyenne est d'environ une
10 heure.

Sans compter le temps nécessaire pour des éventuels réglages des moyens de fermeture du moyen d'alimentation, et compte tenu du nombre d'arrêts évoqué ci-dessus pour un chargement conforme, le temps total d'immobilisation du moyen de dispersion pendant la phase
15 de chargement est égal à 2h30 sur un temps total de 8h00 pour le chargement des 8 mètres du lit catalytique. C'est environ 30% du temps de chargement qui est consacré dans ce processus à la vérification du bon fonctionnement des moyens de dispersion et d'alimentation.

20 2/ Chargement du lit supérieur avec le dispositif et le procédé conformes à la présente invention

Le moyen d'alimentation étant équipé de moyens de fermeture commandés par des vérins automatisés, le moyen de dispersion étant également équipés de vérins automatisés afin de pouvoir faire varier sa
25 position par rapport à l'axe longitudinal du réacteur à charger, le moyen de mesure étant du type sonar, les mesures de la hauteur du lit catalytique et du profil de chargement étant réalisées sans arrêt du moyen de dispersion, les corrections apportées aux différents moyens fonctionnels cités ci-dessus sont réalisées en temps réel et de manière
30 automatique en fonction de l'analyse du ou des résultats des différentes mesures.

Plus précisément, le moyen de mesure utilisé dans la présente application est du type sonar, avec plusieurs sonars disposés régulièrement sur une demi-sphère disposée sous l'arbre creux du
35 moyen de dispersion, ladite demi-sphère étant animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe dudit arbre creux.

Le chargement n'a pas nécessité d'arrêt du moyen de dispersion pour d'éventuels contrôles manuels, la présence de l'opérateur dans l'atmosphère interne hostile du réacteur n'a plus été nécessaire, le temps de chargement a été réduit d'environ 30% par rapport au temps de chargement habituellement rencontré dans l'art.

De plus, la qualité de chargement a été augmentée par des contrôles et des actions correctrices en continu par rapport aux seulement 5 contrôles tels que décrits dans le présent exemple pour le chargement du lit catalytique inférieur du réacteur.

L'utilisation du dispositif et du procédé conformes à la présente invention pour un chargement d'un réacteur chimique avec des particules de catalyseur, permet de diminuer la durée du chargement d'environ un tiers, elle permet également de supprimer les interventions humaines dans des atmosphères hostiles, tout en améliorant la qualité dudit chargement.

C'est également pour le chargement en particules de catalyseur des réacteurs dits à « flux radial », notamment des réacteurs des unités de reformage des hydrocarbures que le dispositif et le procédé conformes à la présente invention trouvent leur pleine application.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de chargement de particules solides dans une enceinte (2) comprenant :
 - 5 - un moyen d'alimentation en particules (24),
 - un moyen de dispersion des particules du haut vers le bas de l'enceinte (26), le moyen de dispersion (26) comprenant un tube creux fixe (38), installé à l'intérieur d'un arbre creux rotatif (25),
 - au moins un moyen de mesure (17) de la hauteur du lit de remplissage (13), disposé à l'intérieur du tube creux fixe et
 - 10 - au moins un système automatisé de contrôle du moyen d'alimentation (24) et/ou du moyen de dispersion (26).
2. Dispositif de chargement selon la revendication 1, caractérisé en
15 ce que le moyen de mesure (17) de la hauteur du lit de remplissage implique des ondes électromagnétiques, notamment de type radar, et/ou des ondes acoustiques, plus particulièrement de type sonar.
- 20 3. Dispositif de chargement selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, au moins un moyen de mesure du profil de chargement, en particulier un moyen de mesure du même type que le moyen de mesure (17) de la hauteur du lit de remplissage (13).
- 25 4. Dispositif de chargement selon la revendication 3, caractérisé en ce que le même moyen de mesure (17) permet la mesure de la hauteur du lit de remplissage et la mesure du profil de chargement.
- 30 5. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que plusieurs moyens de mesure (17) sont positionnés sur un rayon suivant une courbe notamment circulaire.
- 35 6. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que plusieurs moyens de mesure (17) sont disposés selon une forme sphéroïdale ou cylindrique.

7. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le moyen de mesure (17) du profil de chargement est constitué de plusieurs émetteurs-récepteurs disposés sur un demi-volume de sphère.
- 5
8. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que le moyen de mesure (17) du profil de chargement effectue des mouvements de rotation contrôlés.
- 10
9. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le moyen de mesure (17) est équipé d'un moyen moteur angulaire.
- 15
10. Dispositif de chargement selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'angle de mesure déterminé entre l'axe (Y'Y) du moyen de mesure (17) et l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger peut aller jusqu'à 30°, en particulier jusqu'à 45°, voire jusqu'à 60° et tout particulièrement jusqu'à 80°
- 20
11. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'axe (Y'Y) du moyen de mesure (17) est positionné sur l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger.
- 25
12. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'axe (Y'Y) du moyen de mesure (17) est différent de l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger.
- 30
13. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de comparaison des profils de chargements souhaité et mesuré, notamment ces moyens de comparaison sont mis en
- 35
- œuvre par ordinateur.

14. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend un système automatisé de contrôle comprenant des vérins (29, 32, 33, 34) permettant notamment des actions automatisées de modifications des paramètres de réglages du moyen d'alimentation (24) et/ou du moyen de dispersion (26), en particulier selon les données des mesures de la hauteur et/ou de l'analyse du front de remplissage du lit catalytique en cours de chargement (13).
15. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le moyen de dispersion (26) comprend un arbre rotatif (25), sur lequel sont attachés des déflecteurs de type lanière par l'intermédiaire d'attaches flexibles (36).
16. Dispositif de chargement selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'arbre rotatif (25) est creux.
17. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 7 à 15, caractérisé en ce que le moyen de mesure (17) est solidaire du tube creux en rotation (25).
18. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que le moyen de dispersion (26) comprend un tube creux fixe (38), installé à l'intérieur d'un arbre creux rotatif (25), et dans lequel est disposé le ou les moyen(s) de mesure (17) du profil de chargement.
19. Dispositif de chargement selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un moyen permettant au(x) moyen(s) de mesure (17) de la hauteur du lit de remplissage et/ou du profil de chargement d'effectuer une translation afin d'entrer et sortir du creux du tube fixe (38), notamment afin de prendre des mesures.

20. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le moyen d'alimentation (24) est pourvu d'au moins un moyen de fermeture automatisé.
- 5
21. Dispositif de chargement selon la revendication 20, caractérisé en ce que les moyens de fermeture sont constitués de volets (28, 31) dont les déplacements sont réalisés par des vérins (29, 32) commandés à distance.
- 10
22. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'il comporte en amont du moyen d'alimentation (24) au moins une vanne de sectionnement automatisée.
- 15
23. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que l'angle de décalage entre l'axe de rotation (Z'Z) du moyen de dispersion (26) des particules solides et l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger va jusqu'à 30°, tout particulièrement jusqu'à 45°.
- 20
24. Dispositif de chargement selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que l'axe de rotation (Z'Z) du moyen de dispersion des particules solides est déplacé par rapport à l'axe longitudinal (X'X) de l'enceinte à charger, parallèlement à celui-ci, par l'intermédiaire d'au moins un vérin automatisé (33).
- 25
25. Dispositif de chargement selon la revendication 24, caractérisé en ce que l'axe (Z'Z) est déplacé par rapport à l'axe (X'X) sur une distance allant jusqu'à 50 cm, et en particulier allant jusqu'à 20 cm.
- 30
26. Procédé de chargement de particules solides dans une enceinte (2) avec un dispositif tel que décrit selon l'une quelconque des revendications 1 à 25, dans lequel :
- 35
- lesdites particules circulent du haut vers le bas,

- la hauteur du lit de particules et/ou le profil de chargement sont mesurés, et
 - les paramètres de chargement sont ajustés, notamment selon la mesure de hauteur du lit de remplissage, et/ou du profil de chargement.
- 5
27. Procédé de chargement selon la revendication 26, caractérisé en ce que ladite mesure nécessite l'arrêt du chargement pendant moins de 10 minutes, notamment moins de 5 minutes, en particulier moins d'une minute, et en particulier ne nécessite pas l'arrêt du chargement.
- 10
28. Procédé selon la revendication 26 ou 27, caractérisé en ce que les paramètres du moyen d'alimentation (24) et du moyen de dispersion (26) sont ajustés en fonction de la hauteur mesurée du lit de particules, et/ou du profil de chargement, par rapport à un modèle prenant en compte les caractéristiques géométriques intérieures de l'enceinte à charger (2).
- 15
29. Procédé selon l'une quelconque des revendications 26 à 28, caractérisé en ce que le moyen de mesure (17) du profil de chargement mesure la hauteur d'au moins 1 point pour chaque unité de surface représentant moins de 20 % et de préférence moins de 10 % de la surface totale.
- 20
30. Utilisation du dispositif tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 25 ou du procédé selon l'une quelconque des revendications 26 à 29, pour effectuer le chargement d'au moins un lit catalytique dans un réacteur chimique d'hydrotraitement des hydrocarbures.
- 25
31. Utilisation du dispositif tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 25 ou du procédé selon l'une quelconque des revendications 26 à 29, pour effectuer le chargement d'au moins un lit catalytique dans un réacteur chimique dit à « flux radial », notamment un réacteur d'une unité de reformage des hydrocarbures.
- 30
- 35

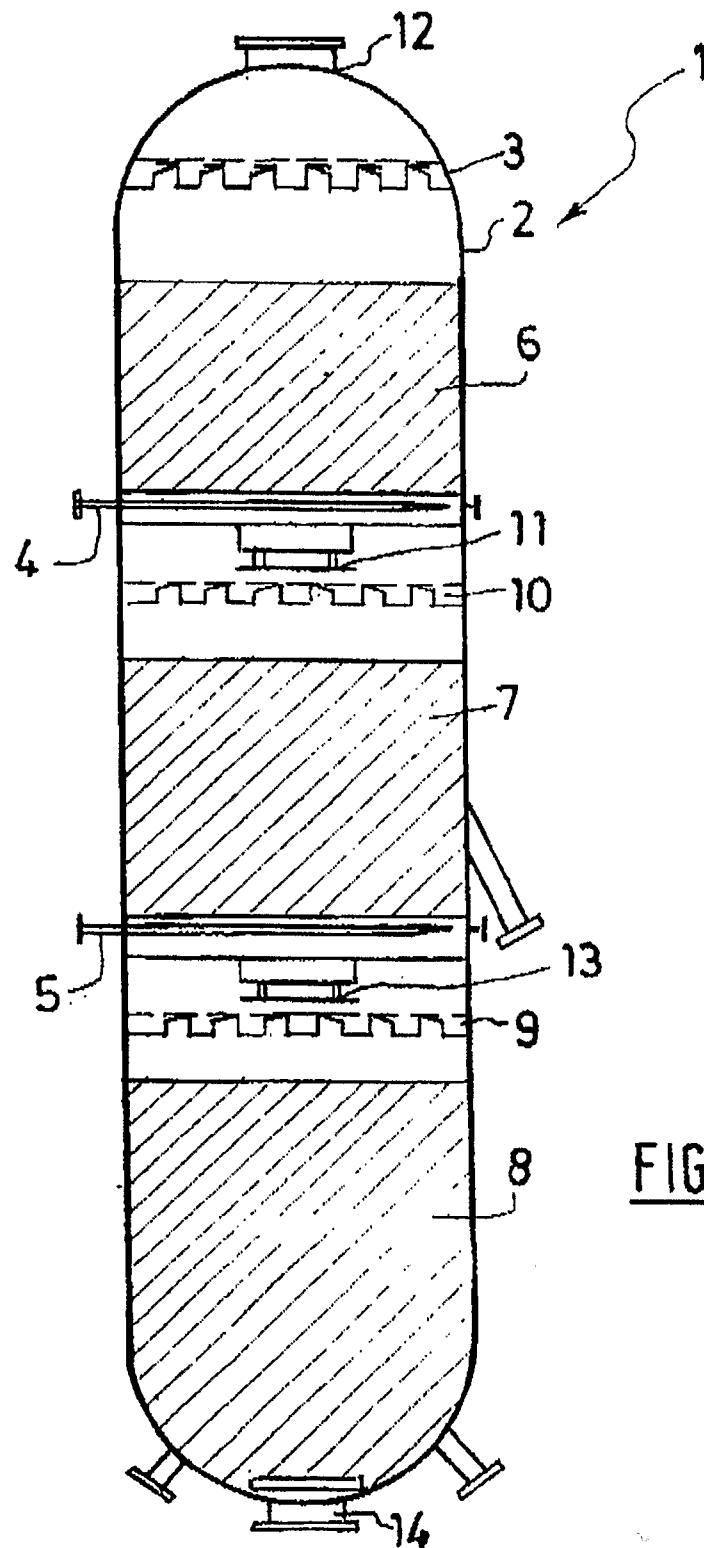
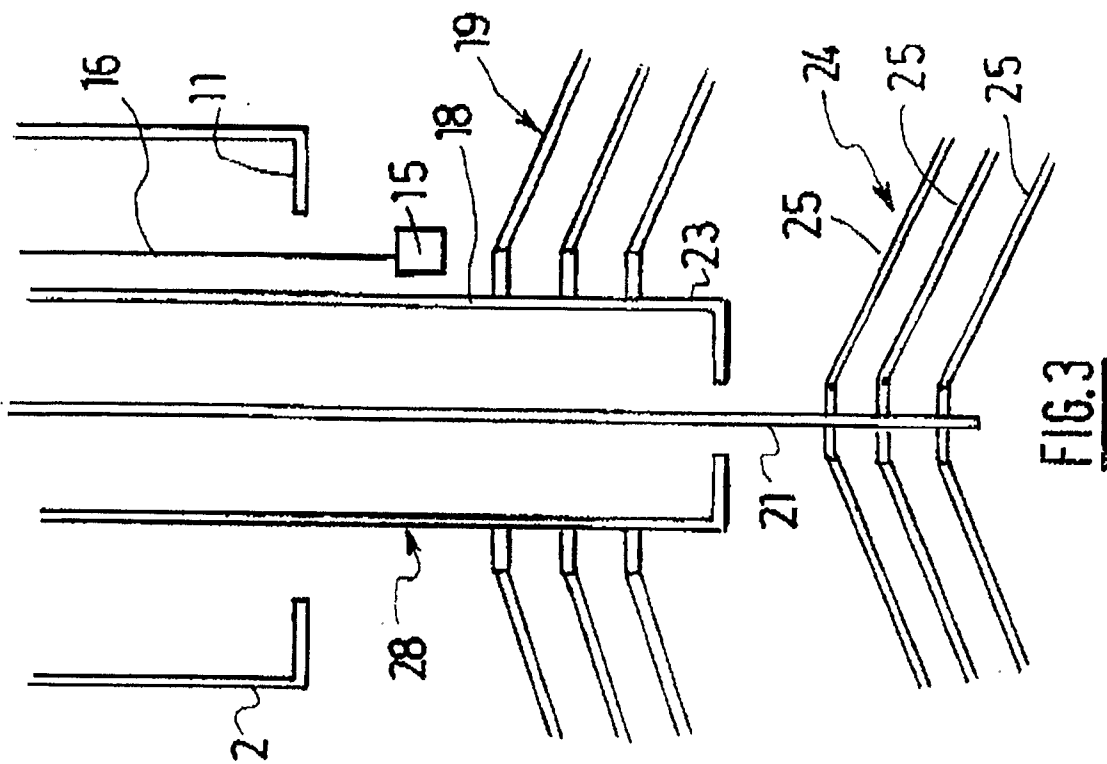
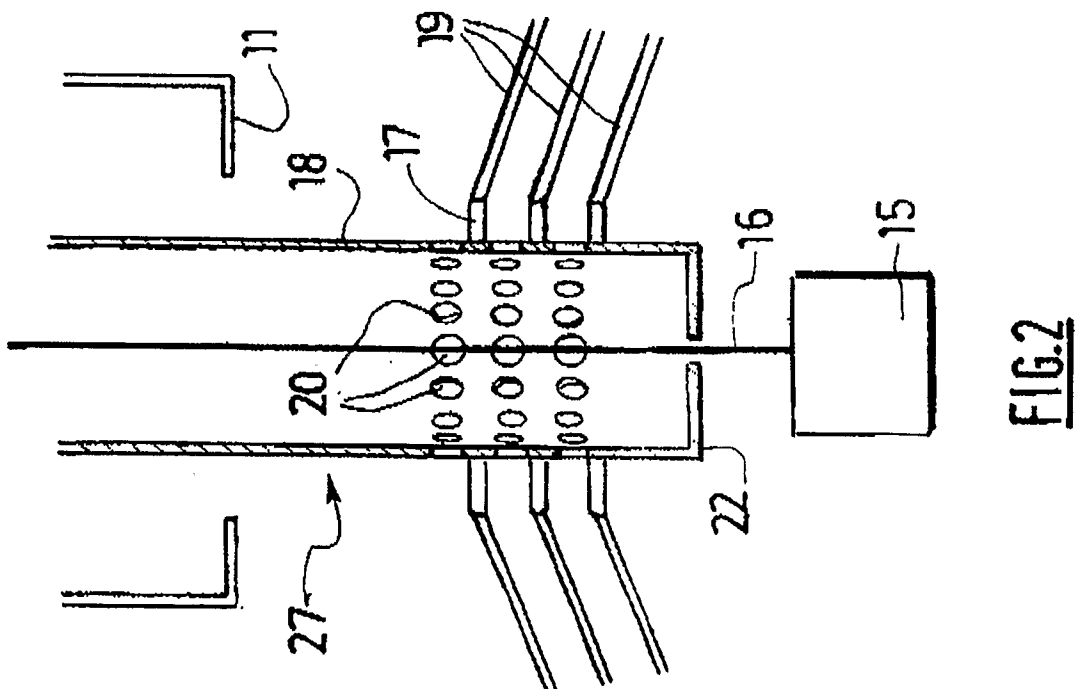
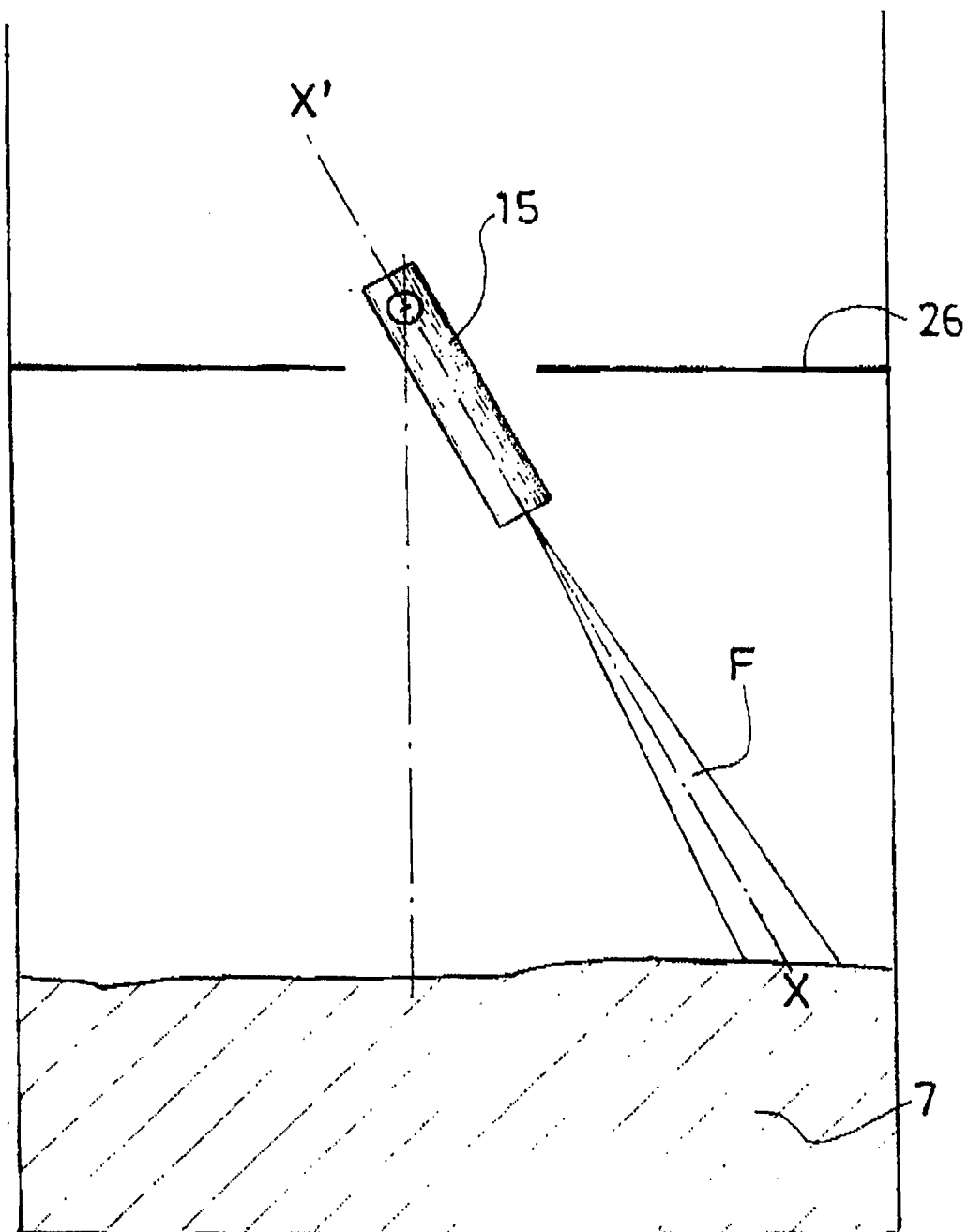


FIG.1



FIG. 4

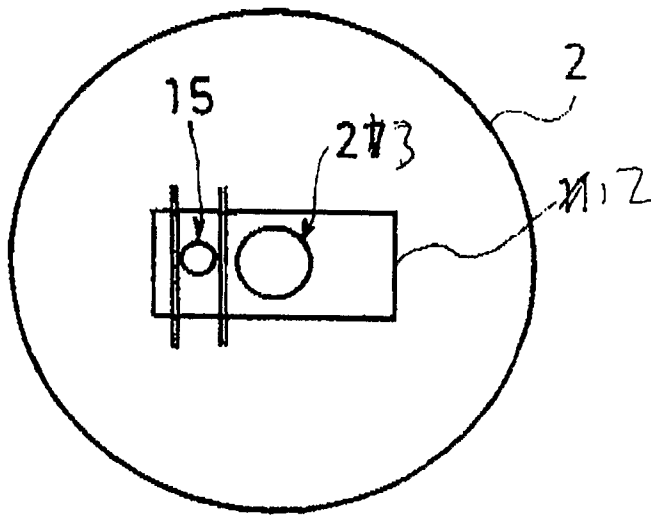


FIG. 5

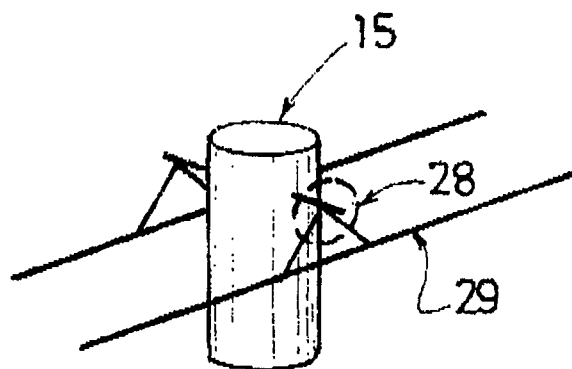


FIG. 6

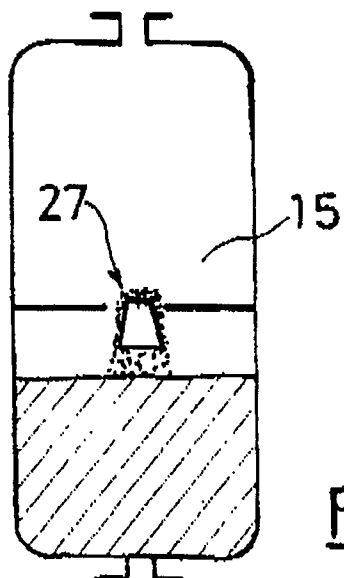


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2008/001602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01J8/00

ADD. G01F23/28 B65G69/04

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)

G01F B01J B65G G01B G01S

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 753 585 A (MINAMI YOSHITAKA [JP]) 19 May 1998 (1998-05-19) abstract; figure 1 column 5, line 59 - column 6, line 3; figure 2 column 5, line 4 - line 10; figure 6 -----	1-31
Y	JP 10 043576 A (IDEMITSU ENG KK) 17 February 1998 (1998-02-17) abstract; figure 1 ----- -/--	1-31

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 juillet 2009

Date of mailing of the international search report

20/07/2009

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

Thomasson, Philippe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2008/001602

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 727 250 A (JAPAN ENERGY CORP [JP]) 21 August 1996 (1996-08-21) abstract; figures 1a,13b page 2, line 16 - line 24 page 2, line 41 - line 47 page 2, line 55 - line 58 page 8, line 21 - line 46 page 9, line 11 - line 20 page 9, line 21 - line 50; figure 11 -----	1-31
Y	FR 2 872 497 A (TOTAL FRANCE SA [FR]) 6 January 2006 (2006-01-06) cited in the application abstract page 12, line 5 - line 37; figure 1 -----	1-31
A	US 2004/031335 A1 (FROMME GUY A [US] ET AL FROMME GUY A [US] ET AL) 19 February 2004 (2004-02-19) abstract -----	1-31
A	FR 2 454 603 A (AGA AB PHAROS AB [SE]) 14 November 1980 (1980-11-14) page 1, line 1 - line 4 page 2, line 25 - page 3, line 10 page 4, line 15 - page 5, line 4; figures 1,2 page 5, line 22 - line 32 -----	1-31
A	US 2006/201245 A1 (HUBER DANIELA [DE] ET AL) 14 September 2006 (2006-09-14) abstract page 1, paragraph 9 page 1, paragraph 14 page 2, paragraph 30; figure 1a page 2, paragraph 34 - paragraph 36; figure 1b -----	1-31
P,A	WO 2008/047050 A (CREALYST [FR]; POUSSIN BERNARD [FR]) 24 April 2008 (2008-04-24) the whole document -----	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2008/001602

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5753585	A	19-05-1998	US 5795550 A	18-08-1998
JP 10043576	A	17-02-1998	JP 3950497 B2	01-08-2007
EP 0727250	A	21-08-1996	US 5731994 A	24-03-1998
FR 2872497	A	06-01-2006	AU 2005268725 A1	09-02-2006
			BR PI0512957 A	22-04-2008
			CA 2570079 A1	09-02-2006
			CN 1976853 A	06-06-2007
			EP 1776302 A1	25-04-2007
			WO 2006013240 A1	09-02-2006
			JP 2008504195 T	14-02-2008
			US 2007297880 A1	27-12-2007
			ZA 200610600 A	27-02-2008
US 2004031335	A1	19-02-2004	NONE	
FR 2454603	A	14-11-1980	DE 3015006 A1	30-10-1980
			JP 56019402 A	24-02-1981
			SE 421832 B	01-02-1982
			SE 7903368 A	19-10-1980
			US 4339664 A	13-07-1982
US 2006201245	A1	14-09-2006	AU 2003270158 A1	08-04-2004
			CN 1682096 A	12-10-2005
			DE 10242500 A1	18-03-2004
			WO 2004027353 A1	01-04-2004
			EP 1537388 A1	08-06-2005
WO 2008047050	A	24-04-2008	FR 2907546 A1	25-04-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/001602

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B01J8/00

ADD. G01F23/28 B65G69/04

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)

G01F B01J B65G G01B G01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 753 585 A (MINAMI YOSHITAKA [JP]) 19 mai 1998 (1998-05-19) abrégé; figure 1 colonne 5, ligne 59 - colonne 6, ligne 3; figure 2 colonne 5, ligne 4 - ligne 10; figure 6 -----	1-31
Y	JP 10 043576 A (IDEMITSU ENG KK) 17 février 1998 (1998-02-17) abrégé; figure 1 ----- -/--	1-31



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 juillet 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/07/2009

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

Thomasson, Philippe

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/001602

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 0 727 250 A (JAPAN ENERGY CORP [JP]) 21 août 1996 (1996-08-21) abrégé; figures 1a,13b page 2, ligne 16 - ligne 24 page 2, ligne 41 - ligne 47 page 2, ligne 55 - ligne 58 page 8, ligne 21 - ligne 46 page 9, ligne 11 - ligne 20 page 9, ligne 21 - ligne 50; figure 11 -----	1-31
Y	FR 2 872 497 A (TOTAL FRANCE SA [FR]) 6 janvier 2006 (2006-01-06) cité dans la demande abrégé page 12, ligne 5 - ligne 37; figure 1 -----	1-31
A	US 2004/031335 A1 (FROMME GUY A [US] ET AL FROMME GUY A [US] ET AL) 19 février 2004 (2004-02-19) abrégé -----	1-31
A	FR 2 454 603 A (AGA AB PHAROS AB [SE]) 14 novembre 1980 (1980-11-14) page 1, ligne 1 - ligne 4 page 2, ligne 25 - page 3, ligne 10 page 4, ligne 15 - page 5, ligne 4; figures 1,2 page 5, ligne 22 - ligne 32 -----	1-31
A	US 2006/201245 A1 (HUBER DANIELA [DE] ET AL) 14 septembre 2006 (2006-09-14) abrégé page 1, alinéa 9 page 1, alinéa 14 page 2, alinéa 30; figure 1a page 2, alinéa 34 - alinéa 36; figure 1b -----	1-31
P,A	WO 2008/047050 A (CREALYST [FR]; POUSSIN BERNARD [FR]) 24 avril 2008 (2008-04-24) le document en entier -----	1-31

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2008/001602

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5753585	A	19-05-1998	US 5795550 A	18-08-1998
JP 10043576	A	17-02-1998	JP 3950497 B2	01-08-2007
EP 0727250	A	21-08-1996	US 5731994 A	24-03-1998
FR 2872497	A	06-01-2006	AU 2005268725 A1	09-02-2006
			BR PI0512957 A	22-04-2008
			CA 2570079 A1	09-02-2006
			CN 1976853 A	06-06-2007
			EP 1776302 A1	25-04-2007
			WO 2006013240 A1	09-02-2006
			JP 2008504195 T	14-02-2008
			US 2007297880 A1	27-12-2007
			ZA 200610600 A	27-02-2008
US 2004031335	A1	19-02-2004	AUCUN	
FR 2454603	A	14-11-1980	DE 3015006 A1	30-10-1980
			JP 56019402 A	24-02-1981
			SE 421832 B	01-02-1982
			SE 7903368 A	19-10-1980
			US 4339664 A	13-07-1982
US 2006201245	A1	14-09-2006	AU 2003270158 A1	08-04-2004
			CN 1682096 A	12-10-2005
			DE 10242500 A1	18-03-2004
			WO 2004027353 A1	01-04-2004
			EP 1537388 A1	08-06-2005
WO 2008047050	A	24-04-2008	FR 2907546 A1	25-04-2008