

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 976 062

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

②1 N° d'enregistrement national : 11 54784

⑤1 Int Cl⁸ : F 27 B 17/00 (2012.01), H 05 B 6/80

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31.05.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.12.12 Bulletin 12/49.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : IDCO Société par actions simplifiée—
FR.

⑦2 Inventeur(s) : VANDENBUSSCHE FREDERIC.

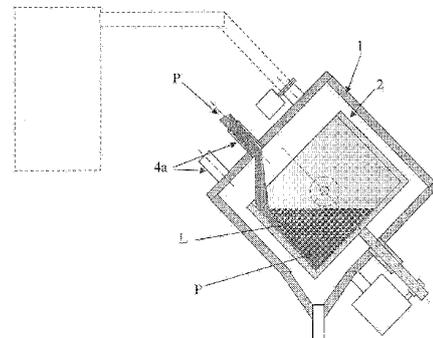
⑦3 Titulaire(s) : IDCO Société par actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET YVES DEBAY.

⑤4 PROCÉDE DE TRAITEMENT THERMIQUE FLASH, PAR RAYONNEMENT MICRO-ONDES ET DISPOSITIF ASSOCIE.

⑤7 La présente invention concerne un procédé et un dispositif de traitement thermique flash, en particulier de matériaux divisés, par rayonnement micro-ondes dans un bol tournant incliné (2) placé dans une enceinte (1) étanche au rayonnement micro-ondes, qui comporte au moins les étapes suivantes:

- préchauffage, au moins par rayonnement micro-ondes, des matériaux d'un lit (L) perméable au rayonnement micro-ondes dans le bol tournant (2), pour l'amener à la température prédéterminée de chauffage flash,
- introduction du matériau (P) à traiter, par des moyens d'introduction (4a) étanches au rayonnement micro-ondes, au moins à la fréquence de traitement, dans le lit (L) dès que ce dernier a atteint une température prédéterminée,
- chauffage du matériau à traiter (P), par brassage de ce dernier et du lit, pendant une durée prédéterminée au moins par conduction et convection avec le lit (L) et par rayonnement micro-ondes,
- vidange rapide au moins du matériau traité.



FR 2 976 062 - A1



Procédé de traitement thermique flash, par rayonnement micro-ondes et dispositif associé.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de
5 traitement thermique flash, en particulier de matériaux divisés, tels que
grains, granulats, poudres, pâtes, liquides, ..., par rayonnement micro-ondes.

On connaît, notamment dans les industries de la transformation, des
dispositifs et des procédés de traitement thermique divers appliqués aux
matériaux susmentionnés.

10 Par exemple, le document WO-01/34533 décrit un procédé permettant
d'obtenir des résultats à haute température (1200 °C), à échelle industrielle,
pour le traitement de granulats d'argile en vue d'obtenir leur expansion.

Les documents WO-2004/068.906 et WO-2004/068.907 décrivent,
respectivement, une ligne complète de fabrication de billes d'argile
15 expansées, depuis la granulation de la pâte, jusqu'au refroidissement des
granules, et les particularités techniques du four de cuisson, particulièrement
dans l'application à l'expansion d'argile.

Ces documents qui décrivent des dispositifs utilisant une technique de
chauffage par rayonnement micro-ondes, divulguent une technologie de
20 fours fonctionnant de façon discontinue, par " batch " (ou introduction de lots
successifs) et par chauffage direct du produit.

La demande N°10/03988 du 8 octobre 2010 décrit un procédé micro-
ondes continu par vis sans fin et également par chauffage direct du produit.

Le brevet FR2606319 du 7 novembre 1986 décrit un procédé de
25 chauffe par couplage de l'énergie micro-ondes et de la convection pour le
chauffage de profilés élastomère en tunnel. Dans cette solution le produit est
à la fois chauffé par les micro-ondes et par un lit fluidisé monté en
température par des gaz chauds. Dans ce cas les particules du lit fluidisé

sont transparentes aux micro-ondes et aident seulement à homogénéiser la chauffe du matériau.

Le brevet FR25626648 du 4 avril 1984 décrit un dispositif permettant de chauffer par micro-ondes des produits qui n'absorbent pas les micro-ondes. Ce dispositif utilise un lit fluidisé constitué en partie de particules absorbant les micro-ondes de telle sorte que sa chauffe entraîne indirectement la chauffe du matériau à traiter. Les matériaux sont disposés dans le lit et chauffés de façon simultanée. L'objectif de ce dispositif est de chauffer des matériaux non adaptés à la chauffe micro-ondes et d'améliorer l'homogénéité de chauffe.

Un inconvénient majeur de ces dispositifs est que la montée en chauffe du matériau nécessite un temps important du fait de la limitation en puissance des générateurs de micro-ondes sur le marché. Ces dispositifs se montrent alors inadaptés aux produits nécessitant une cuisson très rapide ou "flash".

Un but de la présente invention est de remédier à l'ensemble des inconvénients des systèmes et procédés représentatifs de l'art antérieur, et de proposer une solution technique permettant une application industrielle pour le traitement thermique flash en continu, ou non, permettant l'utilisation avantageuse de la technologie micro-ondes tout en évitant le problème de la limitation de puissance.

Ce procédé est particulièrement adapté pour des matériaux divisés, se présentant sous forme de grains ou de poudre dont la granulométrie est comprise entre le micromètre et quelques centimètres, sous forme de pâte ou encore de liquide, d'origine minérale ou organique, tels que l'argile, la silice, l'amiante, le verre, les Refioms, les mâchefers, les boues, les broyats, ...

Les applications industrielles sont multiples, pour des produits, par exemple, nécessitant une montée en température très rapide (expansion,

transformation, inertage, séchage, cuisson...). La technologie résultant de la mise en œuvre de l'invention étant particulièrement adaptée pour des traitements thermiques nécessitant l'application de températures comprises, par exemple, entre 200 °C et 1800 °C.

5 Ce but est atteint par un procédé de traitement thermique flash, en particulier de matériaux divisés, par rayonnement micro-ondes dans un bol tournant placé dans une enceinte étanche au rayonnement micro-onde, le bol tournant étant inclinée de sorte que l'axe de révolution de ce dernier fasse un angle compris entre 30° et 60° avec la verticale, comprenant au
10 moins:

- une étape de préchauffage, au moins par rayonnement micro-ondes, des matériaux d'un lit perméable au rayonnement micro-ondes dans le bol tournant, pour l'amener à la température prédéterminée de chauffage flash

- une étape d'introduction du matériau à traiter, par des moyens
15 d'introduction étanche au rayonnement micro-ondes, au moins à la fréquence de traitement, dans le lit dès que ce dernier a atteint une température prédéterminée,

- une étape de chauffage du matériau à traiter par brassage de ce dernier et du lit pendant une durée prédéterminée au moins par conduction
20 et convection avec le lit et par rayonnement micro-ondes,

- une étape de vidange rapide au moins du matériau traité.

Selon une autre particularité, le procédé de traitement thermique flash comprend une étape d'introduction des matériaux d'un lit, par des moyens d'introduction étanche au rayonnement micro-ondes, au moins à la
25 fréquence de traitement, dans le bol.

Selon une autre particularité, l'étape de vidange, du matériau traité, est réalisée à l'aide d'un moyen de tri granulométrique, le matériau traité étant de granulométrie inférieure à celle du lit (L) chauffant.

Selon une autre particularité, l'étape de vidange, du procédé de traitement thermique flash, est réalisée par séparation d'un obturateur d'un tamis placé dans le fond du bol tournant, les mailles du tamis étant réalisées de sorte que leurs dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité et inférieures aux dimensions du matériau du lit.

Selon une autre particularité, la durée de l'étape de chauffage est conditionnée par une spirale dont le nombre de spires et sa vitesse de rotation déterminent ce temps de chauffage, la spirale entraînant par rotation le matériau à traiter de son centre vers sa périphérie où un tamis, dont les mailles sont réalisées de sorte que leurs dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité et inférieures aux dimensions des matériaux du lit, permet un tri granulométrique.

Selon une autre particularité, l'étape de vidange est réalisée par une buse d'aspiration.

Selon une autre particularité, la buse d'aspiration est munie de perforations, dont les dimensions sont supérieures aux dimensions du matériau traité et inférieures aux dimensions des matériaux du lit.

Selon une autre particularité, l'étape de vidange comporte une première étape de pivotement de l'enceinte d'une position de travail, dans laquelle l'axe de révolution du bol tournant fait un angle compris entre 30° et 60° avec la verticale, vers une position de vidange dans laquelle l'axe de révolution du bol tournant fait un angle compris entre 90° et 150° avec la verticale puis d'une seconde étape de pivotement de la position de vidange vers la position de travail.

Selon une autre particularité, les étapes de pivotement sont précédées d'une étape de désolidarisation de l'enceinte avec le guide d'onde par l'intermédiaire d'un système de bride rapide.

Selon une autre particularité, l'étape de vidange est réalisée par surverse, le matériau traité devenant plus léger que le lit après traitement

thermique remonte à la surface du lit et bascule hors du bol tournant du fait de l'inclinaison de ce dernier.

Selon une autre particularité, l'étape d'introduction du matériau à traité est continue.

- 5 Selon une autre particularité, des moyens de réglage supplémentaires permettent de faire varier la position relative du bol par rapport à la source émettrice de micro-ondes, afin d'optimiser le rendement de chauffe micro-ondes.

- 10 Selon une autre particularité, des sources de chauffage supplémentaires, d'origine autre que les micro-ondes, participent à l'étape de préchauffage et/ou l'étape de chauffage de façon à accélérer le traitement thermique.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé de traitement thermique.

- 15 Ce but est atteint par un dispositif de traitement thermique flash comprenant un bol tournant placé dans une enceinte étanche au rayonnement micro-ondes, au moins à la fréquence de traitement, le bol tournant étant incliné de sorte que l'axe de révolution de ce dernier fasse un angle compris entre 30° et 60° avec la verticale et possède, dans son fond,
20 un tamis dont les mailles sont calibrées de sorte que leurs dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité et inférieures aux dimensions du lit permettant un tri granulométrique, l'enceinte communiquant au moins avec un générateur de micro-ondes et comportant des moyens d'introduction au moins du lit et/ou du matériau à traiter et des moyens de vidange au
25 moins du matériau traité.

Selon une autre particularité, le dispositif de traitement thermique comporte au moins une source de chauffage supplémentaire d'origine autre que micro-ondes.

Selon une autre particularité, le dispositif de traitement thermique compte des moyens de réglage de la position relative du bol par rapport à la source émettrice de micro-ondes.

5 Les originalités de l'invention consistent en l'utilisation d'un lit intermédiaire de matériau préchauffé à une température de consigne prédéterminée, à l'introduction homogène du produit à traiter dans ce lit préchauffé pendant une durée de chauffe maîtrisée et à l'utilisation de systèmes de vidange rapide pouvant être ou non sélective.

10 Les avantages de cette invention sont multiples :

- Rapidité de chauffe : la chauffe est effectuée conjointement par échange thermique entre le produit à traité et le lit préchauffé, et par rayonnement micro-ondes ainsi que par d'autres énergies, si nécessaire (air chaud, infrarouge...). Cela permet une chauffe très rapide qui peut être
15 comprise, par exemple, entre 1 seconde et 30 minutes pour des températures pouvant être comprises, par exemple, entre 200°C et 1800°C.

- Homogénéité de chauffe : le mélange intime du produit avec les grains du lit et leur brassage permettent d'assurer une parfaite homogénéité de chauffe. Les micro-ondes permettent en plus d'apporter une énergie dans la
20 masse du lit et de maintenir une température de chauffe uniforme et adéquat durant le temps de chauffe visé,

- Une régulation précise de la température et du temps de chauffe,
- Une possibilité de traitement en continu des produits,
- Un traitement thermique efficace de matériaux de faible granulométrie,
25 - Une qualité de produit exceptionnelle.

Les buts, caractéristiques et avantages ci-dessus, et d'autres encore, ressortiront mieux de la description détaillée qui suit et des dessins annexés de différentes solutions technologiques dans lesquels :

Les figures 1 et 2 sont une vue à caractère schématique, en coupe longitudinale, d'un premier exemple de réalisation du dispositif de traitement thermique selon l'invention avec évacuation gravitaire par basculement.

Les figures 3 à 6 sont une vue à caractère schématique, en coupe longitudinale, en vue de dessus et en vue de détail d'un second exemple de réalisation du dispositif de traitement thermique selon l'invention avec évacuation par fond vidange avec obturateur.

Les figures 7 à 9 sont une vue à caractère schématique, en coupe longitudinale, en vue de dessus et en vue de détail d'un troisième exemple de réalisation du dispositif de traitement thermique selon l'invention avec un système de tri granulaire par grille et de régulation du temps de chauffe par spirale avant évacuation.

Les figures 10 et 11 sont une vue à caractère schématique, en coupe longitudinale, d'un quatrième exemple de réalisation du dispositif de traitement thermique selon l'invention avec évacuation par aspiration. Cette aspiration peut être sélective par tri granulométrique.

Les figures 12 et 13 sont une vue à caractère schématique, en coupe longitudinale, d'un cinquième exemple de réalisation du dispositif de traitement thermique selon l'invention avec évacuation par surverse. Ce dispositif par tri densimétrique est adapté pour des matériaux devenant très légers après cuisson.

On se réfère auxdits dessins pour décrire des exemples nullement limitatifs, de réalisations du dispositif de traitement thermique flash, en particulier pour les matériaux divisés, par rayonnement micro-ondes, selon l'invention.

Dans certains modes de réalisation, le dispositif selon l'invention peut comprendre notamment :

- une enceinte (1), étanche aux micro-ondes et comportant différentes ouvertures (3, 4a, 4b). La ou les ouvertures (3) peuvent correspondre à des moyens d'injection des micro-ondes. La ou les ouvertures (4a) peuvent correspondre aux moyens d'introduction du lit et/ou des matériaux à traiter. La ou les ouvertures (4b) peuvent correspondre aux moyens d'évacuation des matériaux traités et/ou du lit.

- une cavité tournante (2) apte à recevoir un lit (L) de matériau destiné à être porté à une température de consigne prédéterminée, par exemple et de façon non limitative, comprise entre 200°C et 1800°C. Cette cavité (2) est également apte à recevoir le produit (P) à traiter une fois le lit porté à la température de consigne et à le brasser lors de la chauffe. La granulométrie du lit peut être comprise, par exemple et de façon non limitative, entre 3 et 15mm pour un produit à traiter ayant une granulométrie, par exemple, comprise entre 0,01 et 1mm,

- au moins un générateur de micro-ondes (30), comme par exemple, un magnétron, et, de préférence, deux générateurs (30) de micro-ondes. Ces ensembles générateurs peuvent avoir des puissances unitaires comprises, par exemple, entre 100 W et 100 KW (ou plus suivant l'état de la technologie des magnétrons). Ces valeurs peuvent varier en fonction de l'évolution de la technologie des magnétrons. Le champ micro-ondes ainsi émis peut avoir une fréquence comprise entre 300 MHz et 6000 MHz.

- au moins un guide d'ondes (31) permettant de guider les ondes électromagnétiques provenant de chaque générateur (30) de micro-ondes jusqu'à l'ouverture (3) de l'enceinte (1),

Dans certains mode de réalisation, l'enceinte (1) est étanche aux micro-ondes et, de préférence, réalisée en acier inoxydable ou en tout autre métal ou matériau convenant à sa fonction. Ses parois peuvent être formées d'une double peau et d'un isolant thermique, comme par exemple de la laine de roche, disposé entre les couches de cette double peau, ceci afin de minimiser les pertes thermiques de l'enceinte (1).

Dans certain mode de réalisation, la cavité interne (2) peut être cylindrique ou formée par un bol métallique tournant, par exemple, en acier inoxydable, dont le fond (5) est relié à un arbre (8) entraîné en rotation par un moteur (9), par exemple, associé au châssis de l'enceinte (1), l'arbre (8) pouvant être disposé dans un guide (8a) adapté pour minimiser ou éviter les fuites micro-ondes. Afin de limiter le passage des ondes électromagnétiques, l'espace entre l'arbre (8) et le guide (8a) pourra, par exemple, être très petit devant la fréquence micro-ondes utilisées. De façon connue, cet espace pourra être compris, par exemple et de façon non limitative, entre un dixième et un centième de la longueur d'onde (voire plus petit) suivant l'atténuation souhaitée. Suivant un autre mode de réalisation, un joint d'étanchéité métallique pourra être utilisé pour éviter le passage des ondes électromagnétiques.

Les dimensions de la cavité interne (2) peuvent être fonction de la nature et du volume du produit à traiter, et du débit souhaité. Elles peuvent, par exemple, être comprises entre 100 mm et 3000 mm pour la hauteur et la largeur.

Dans certains modes de réalisation, l'axe de révolution de la cavité (2) et l'axe de l'arbre (8) sont inclinés, par exemple d'un angle compris entre 30° et 60° par rapport à la verticale. De façon avantageuse, cette inclinaison permet un meilleur brassage du contenu de la cavité (2) lors de sa rotation.

Dans certains modes de réalisation, les entrées (4a) et les sorties (4b) permettent d'obtenir un débit de matière traitée compris entre 100 g/h et 10 T/h et sont dimensionnées de telle façon qu'elles confinent les micro-ondes dans l'enceinte (1) par exemple sous forme de tubes dont le diamètre est calculé en fonction de la fréquence des micro-ondes utilisées et selon les règles de l'art.

Dans certains mode de réalisation, l'enceinte (1) peut être pourvue d'entrées supplémentaires agencées pour permettre l'injection d'énergies additionnelles, comme par exemple et de façon non restrictive, de l'air chaud,

un rayonnement infrarouge ou tout autre énergie équivalent. Ces énergies supplémentaires peuvent venir en complément de l'action du rayonnement micro-ondes, pour en accroître l'efficacité, et ainsi optimiser le traitement thermique du produit à traiter (P).

5 Dans certains modes de réalisation, des moyens de réglage (non illustrés), par exemple et de façon non limitative comprennent un système de cales permettant un réglage de la position du bol (7). Le déplacement du bol (7) entraîne une modification des dimensions de la cavité formée par le bol (7) et l'enceinte (1), ce qui modifie les conditions de propagations du champ
10 micro-ondes. Ce dispositif permet in fine un réglage d'impédance précis du bol (7) afin d'optimiser le rendement de celui-ci aux micro-ondes. Ce système de cales peut, par exemple et de façon non limitative, être automatisé et remplacé par exemple par un système mécanique à filetage connu ou tout autre dispositif permettant un déplacement relatif entre la source émettrice
15 de micro-ondes et le bol (7).

Dans certains modes de réalisation, l'enceinte (1) peut également être munie de sorties supplémentaires (non illustrées) pour l'évacuation de la chaleur, par exemple, produite par ces sources d'énergies complémentaires.

Dans certains modes de réalisation, des tubes de visée (non illustrés)
20 peuvent être aménagés à travers la surface externe de l'enceinte (1). Le diamètre de ces tubes peut être dimensionné de façon à limiter ou éviter le passage des micro-ondes, et permettre l'adaptation de toute sorte de capteurs, comme par exemple, des lecteurs de température par infra rouge ou pyromètres.

25 Le procédé selon l'invention permet d'effectuer une vidange rapide au moins du produit traité (Pe). Selon les objectifs et les produits à traiter, les opérations d'injection et d'évacuation peuvent être effectuées de façon discontinue ou continue. Différents modes de réalisation de l'étape de vidange rapide de la cavité (2) vont être décrits à travers les exemples de
30 réalisation suivants :

Dans un premier mode de réalisation, schématisé par les figures 1 et 2, cette vidange est réalisée par basculement et évacuation gravitaire. Pour cela, l'enceinte (1) possède un système de pivotement dont l'axe de pivotement peut passer, par exemple, par le centre de gravité (31) de la cavité (2) vide et être entraîné par un moteur (20) permettant une mise en rotation rapide de l'enceinte (1) d'une position de travail inclinée, dans laquelle l'axe de révolution (A) de la cavité (2) fait un angle compris, par exemple, entre 30° et 60° par rapport à la verticale (V), jusqu'à une position de vidange, par exemple comprise entre 90° à 150° par rapport à la verticale (V) et ceci sans arrêter la rotation de la cavité intérieure (2) suivant son axe de révolution (A).

Dans certains modes de réalisation, les ensembles générateurs micro-onde (30) et guide d'onde (31) sont fixes et cette rotation, de l'enceinte (1), n'est permise qu'en désolidarisant les brides (32) des guides d'ondes (31) à l'aide d'un système de bride rapide (32), par exemple, assisté à l'air comprimé. Le verrouillage de ce système de bride rapide (32) doit alors être assuré avant la mise en route du ou des générateurs micro-ondes (30).

Dans d'autres modes de réalisation, les ensembles générateurs micro-onde (30) et guide d'onde (31) sont rendus solidaires du châssis de l'enceinte (1) et suivent la rotation nécessaire pour la vidange. Dans ce cas les brides (32) des guides d'ondes (31) ne sont pas déverrouillées. Dans ce mode de réalisation, le lit (L) est d'abord introduit, par exemple, par une entrée (4a) dans la cavité tournante (2) et préchauffé à la température de consigne puis, lorsque celle-ci est atteinte, le matériau à traiter (P) est introduit dans le lit chaud, par exemple et de façon non restrictive, par une entrée (4a). Après une durée de traitement définie, l'opération de vidange peut s'effectuer pour l'ensemble des produits du lit (L) et du produit traité (Pe) par basculement de l'enceinte (1), guidée en rotation par l'axe (21). Dans certains modes de réalisation, cet axe de rotation peut passer par le centre de gravité de la cavité (2) tournante vide. De façon avantageuse, ce

basculement peut être assisté par un moteur (20). Après vidange, la cavité est replacée en position de travail par rotation de l'enceinte (1) et un nouveau lit (L) est réintroduit et préchauffé avant de traiter un autre " batch " de matériau (P). De façon avantageuse, les chauffes du lit (L) et du matériau à traiter (P) peuvent être optimisées par l'apport d'une ou plusieurs sources de chauffages différentes complémentaires, ou bien par le réglage de la position du bol (7) par rapport à la source émettrice de micro-ondes, c'est à dire le réglage de l'impédance du bol (7). Cette première réalisation nécessite une parfaite gestion du basculement et de la mise en route des générateurs micro-ondes (30).

Dans un deuxième mode de réalisation, schématisé par les figures 3 à 6, cette étape de vidange peut être réalisée à l'aide d'un fond de vidange avec obturateur (6). Dans ce mode de réalisation, la cavité tournante (2) peut être munie d'un tamis (7) dont les mailles sont calibrées de façon à pouvoir effectuer un tri granulométrique afin de séparer le matériau traité et le lit, le matériau traité étant de granulométrie inférieure à celle du lit (L) chauffant. Les dimensions des mailles (7a) du tamis (7) peuvent être choisies de sorte qu'elles soient supérieures aux dimensions du matériau traité (Pe) et inférieures aux dimensions des éléments du lit (L).

Le lit (L) est d'abord introduit, par exemple, par une entrée (4a) et préchauffé à la température de consigne, puis lorsque celle-ci est atteinte, le matériau à traiter (P) est introduit, par exemple, par une ouverture (4a), dans le lit (L) chaud. Après une durée de traitement définie, l'opération de vidange peut s'effectuer sans basculement de l'enceinte (1) du four. L'étape de vidange peut être effectuée par actionnement d'un fond (6) coulissant relié à un arbre (8b) pouvant être actionné en translation. En position de chauffe du lit (L) et/ou du matériau à traité (P), le fond (6) se trouve en contact avec le tamis (7) et vient boucher ses perforations de telle sorte que ni le lit (L) ni le matériau à traiter (P) ne puisse passer au travers des mailles (7a) du tamis (7). L'actionnement du fond (6) peut être effectué par la translation de l'arbre

(8b) relié au fond (6) et permet de libérer les perforations (7a) du tamis (7). La translation de l'arbre (8b) peut s'effectuer par coulissement à l'intérieur du tube (8) qui sert à entraîner en rotation la cavité (2) intérieure. Lorsque ce fond (6) est baissé, le matériau traité (Pe) peut circuler au travers du tamis
5 (7) par des perforations calibrées (7a). Ce tamis (7) permet ainsi de séparer le lit (L) du matériau traité (Pe). Après tamisage, le matériau traité (Pe) peut s'écouler seul entre le tamis (7) et le fond de la cavité (2) tournante. Le matériau traité (Pe) peut ensuite s'écouler au travers de trous de vidange (5a) situés en périphérie du fond (5) de la cavité tournante (2). Le matériau
10 traité (Pe) se retrouve alors dans la zone inférieure de l'enceinte (1) et peut s'évacuer naturellement par gravité par les moyens de vidange (4b) comme par exemple un entonnoir de sortie. La rotation de la cavité (2) pendant la vidange peut permettre d'optimiser l'opération de vidange.

15 Dans un troisième mode de réalisation, schématisé par les figures 7 à 9, la durée de l'étape de chauffage du matériau à traiter (P) peut être conditionnée par une spirale (10) dont le nombre de spire permet de réguler cette durée. L'étape de vidange peut ensuite être réalisée à l'aide d'un système de tri granulaire, par exemple, par tamisage. Dans ce mode de
20 réalisation, les matériaux du lit (L) peuvent d'abord être introduits, par exemple, par une entrée (4a) et préchauffés à une température de consigne, puis, lorsque celle-ci est atteinte, le matériau à traiter (P) est introduit dans le lit (L) chaud. L'orifice d'entrée (4a) du matériau à traiter (P) est positionné de telle façon qu'en considérant l'angle d'inclinaison de la cavité, ce matériau
25 (P) s'écoule au niveau du centre du fond de la cavité (2). Le matériau (P) s'écoule alors au travers du lit (L) puis à travers le tamis (7) dont les perforations sont dimensionnées pour laisser passer le matériau (P) tout en retenant le lit (L). Après avoir traversé le tamis (7), le matériau à traité (P) se retrouve donc préférentiellement au centre du fond (5) de la cavité (2)
30 tournante sur lequel est disposée une spirale (10). Cette spirale (10) métallique, de préférence en acier inoxydable, peut avoir une hauteur (h)

comprise entre 1mm et 50mm et une épaisseur (e) de 0,1mm à 5mm. L'espace entre le fond (5) et le tamis (7) peut être compris entre 2 et 100mm, de préférence 10mm, de telle sorte que l'effet de chauffage, par rayonnement du lit (L) chaud sur le matériau à traiter (P), soit maximal. Une fois le matériau (P) passé au travers du tamis (7), il se trouve alors entraîné dans la spirale (10) par rotation de la cavité (2). Le temps de présence du matériau à traiter (P), à l'intérieur de la spirale (10), est déterminé par le nombre de spires de la spirale (10) et la vitesse de rotation de la cavité intérieure (2). Une fois que le matériau à traiter (P) a parcouru l'ensemble des spires de la spirale (10), il s'écoule ensuite au travers de trous de vidange (5a) situés en sortie de la spirale (10), en périphérie du fond (5) de la cavité tournante (2). Ce matériau traité (Pe) se retrouve alors dans la zone inférieure de l'enceinte (1) puis, s'évacue naturellement par gravité dans les moyens de vidange (4b) comme par exemple un entonnoir de sortie. La rotation de la cavité (2) pendant la vidange permet d'optimiser l'opération de vidange.

Dans un quatrième mode de réalisation schématisé par les figures 10 et 11, l'étape de vidange est réalisée à l'aide système d'aspiration pouvant être composé d'une canne (11) équipée d'une buse d'aspiration (11a) et reliée à un ensemble d'aspiration composé, par exemple, d'un caisson (13) équipé d'un système de filtration et d'une turbine créant l'aspiration d'air. Ces équipements peuvent être métalliques et de préférence conçus en acier réfractaire pour permettre l'aspiration de matériau à haute température, par exemple, entre 200°C et 1800°C. Dans cet exemple de réalisation, le matériau du lit (L) peut d'abord être introduit dans la cavité (2), par exemple, par une entrée (4a) et préchauffé à une température de consigne, puis lorsque celle-ci est atteinte, le matériau à traiter (P) est introduit dans le lit (L) chaud. Après une durée de traitement prédéterminée, le ou les générateurs micro-ondes (30) sont arrêtés et la canne d'aspiration (11) est rapidement introduite dans le cavité (2) via une ouverture (4a) placée de telle sorte que

la buse d'aspiration (11a) se retrouve plongée au cœur du matériau traité (Pe) en mélange avec le lit (L). La buse (11a) peut être conçue de deux façons. Dans un premier mode de réalisation, cette buse (11a) peut posséder une ouverture sur le diamètre de la canne (11). L'opération
5 d'aspiration s'effectue, dans ce cas, pour l'ensemble des produits du lit (L) et du produit traité (Pe). Dans un second mode de réalisation, cette buse (11a) peut posséder un tamis dont les perforations sont dimensionnées pour effectuer un tri granulométrique. Pour ce faire, les perforations de la buse (11a) peuvent être réalisées de sorte que leurs dimensions soient
10 supérieures aux dimensions du matériau traité (Pe) et inférieures aux dimensions des matériaux du lit (L). Selon un exemple nullement restrictif, les perforations du tamis de la buse (11a) peuvent avoir des dimensions de 3mm pour un lit dont les dimensions des matériaux sont comprises entre 5mm et 12mm et un produit traité dont les dimensions sont comprises entre 0
15 et 1mm. Dans ces deux modes de réalisation, le mélange matériau traité (Pe) et matériau du lit (L) ou matériau traité (Pe) seul peut être aspiré, au travers de la canne (11), dans la cuve (13).

- Dans certains modes de réalisation, un filtre peut être placé, attenant au moteur (14) du système d'aspiration (13), afin d'empêcher des
20 fuites de produit par les sorties d'air du moteur (14) du système d'aspiration (13). Une fois l'opération de vidange terminée, par exemple et de façon non limitative, suite à un signal d'une temporisation, la canne (11) peut être sortie de la cavité (2) et la cuve (13) peut être ouverte pour récupérer le matériau traité (Pe). Dans certain modes de réalisation, afin de permettre le
25 mouvement de la canne (11), le tuyau d'aspiration (12) peut être flexible ou conçu avec deux parties coulissantes.

Dans un cinquième mode de réalisation, schématisé par les figures 12 et 13, l'étape de vidange peut être réalisée à l'aide d'une évacuation par
30 surverse. Ce mode de réalisation, par tri densimétrique, est adapté pour des matériaux à traité (P) dont la densité diminue après traitement thermique et

de préférence dont la densité devient inférieure à celle des matériaux du lit (L) après l'étape de chauffage. Dans ce mode de réalisation, le lit (L) est d'abord introduit, par exemple, par au moins une ouverture (4a) dans l'enceinte (2) puis est chauffé pour l'amener à la température prédéterminée de chauffage flash. Le matériau à traité (P) peut ensuite être introduit, par exemple, par au moins une entrée (4a) dans le lit (L) chaud. Après un temps de chauffe déterminé, le matériau traité (Pe) devient plus léger que le lit (L) et se retrouve à la surface du lit (L). L'inclinaison de l'enceinte (1) permet alors au matériau traité (Pe), plus léger, de déborder de la cavité (2) pour se retrouver dans la partie inférieure de l'enceinte (1) puis s'évacuer naturellement par gravité dans des moyens de vidange (4b) comme par exemple, un entonnoir de sortie.

Dans certains modes de réalisation, cette étape de vidange, par surverse, peut permettre un fonctionnement en continu. Le matériau à traité (P) est alors introduit en continu dans le lit chaud (L) et se retrouve en partie inférieure de la cavité (2). Après un temps de chauffe, ce matériau (P) s'expande et se retrouve en partie supérieure du lit (L). La hausse de niveau du lit (L), due à l'introduction en continu de matériau à traité (P), entraîne une évacuation en continu du matériau traité (Pe) par surverse. Comme décrit précédemment, ce matériau (Pe) est alors évacué en continu par des moyens de vidange (4b) comme par exemple, un entonnoir d'évacuation.

La présente demande décrit diverses caractéristiques techniques et avantages en référence aux figures et/ou à divers modes de réalisation. L'homme de métier comprendra que les caractéristiques techniques d'un mode de réalisation donné peuvent en fait être combinées avec des caractéristiques d'un autre mode de réalisation à moins que l'inverse ne soit explicitement mentionné ou qu'il ne soit évident que ces caractéristiques sont incompatibles. De plus, les caractéristiques techniques décrites dans un mode de réalisation donné peuvent être isolées des autres caractéristiques de ce mode à moins que l'inverse ne soit explicitement mentionné.

Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de
5 réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement thermique flash, en particulier de matériaux divisés par rayonnement micro-ondes dans un bol tournant (2) placé dans
5 une enceinte (1) étanche au rayonnement micro-ondes, le bol tournant (2) étant incliné de sorte que l'axe de révolution (A) de ce dernier fasse un angle compris entre 30° et 60° avec la verticale (V), caractérisé en ce qu'il comprend au moins:

- une étape de préchauffage, au moins par rayonnement micro-ondes,
10 des matériaux d'un lit (L) perméable au rayonnement micro-ondes dans le bol tournant (2), pour l'amener à la température prédéterminée de chauffage flash,

- une étape d'introduction du matériau (P) à traiter, par des moyens d'introduction (4a) étanches au rayonnement micro-ondes, au moins à la
15 fréquence de traitement, dans le lit (L) dès que ce dernier a atteint une température prédéterminée,

- une étape de chauffage du matériau à traiter (P), par brassage de ce dernier et du lit, pendant une durée prédéterminée au moins par conduction et convection avec le lit (L) et par rayonnement micro-ondes,

20 - une étape de vidange rapide au moins du matériau traité (Pe).

2. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'introduction des matériaux d'un lit (L), par des moyens d'introduction (4a) étanches au rayonnement micro-ondes, au moins à la fréquence de traitement, dans le bol (2).

25 3. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de vidange, du matériau traité, est réalisée à l'aide d'un moyen de tri granulométrique, le matériau traité (Pe) étant de granulométrie inférieure à celle du lit (L) chauffant.

4. Procédé de traitement thermique flash selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape de vidange est réalisée par séparation d'un obturateur (6) d'un tamis (7) placé dans le fond du bol tournant, les mailles (7a) du tamis (7) étant réalisées de sorte que leurs dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité (Pe) et inférieures aux dimensions du matériau du lit (L).

5. Procédé de traitement thermique flash selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la durée de l'étape de chauffage est conditionnée par une spirale (10) dont le nombre de spires et sa vitesse de rotation déterminent ce temps de chauffage, la spirale entraînant par rotation le matériau à traiter de son centre vers sa périphérie où un tamis (5a), dont les mailles sont réalisées de sorte que leurs dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité (Pe) et inférieures aux dimensions des matériaux du lit (L), permet un tri granulométrique.

6. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que l'étape de vidange est réalisée par une buse d'aspiration (11a).

7. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la buse d'aspiration est munie de perforations, ces perforations étant réalisées de sorte que ses dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité (Pe) et inférieures aux dimensions des matériaux du lit (L).

8. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que l'étape de vidange comporte une première étape de pivotement de l'enceinte (1) d'une position de travail, dans laquelle l'axe de révolution (A) du bol tournant (2) fait un angle compris entre 30° et 60° avec la verticale (V), vers une position de vidange dans laquelle l'axe de révolution (A) du bol tournant (2) fait un angle compris entre 90° et 150° avec la verticale (V) puis d'une seconde étape de pivotement de la position de vidange vers la position de travail.

9. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les étapes de pivotement sont précédées d'une étape de désolidarisation de l'enceinte (1) avec le guide d'onde (31) par l'intermédiaire d'un système de bride rapide (32).

5 10. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que l'étape de vidange est réalisée par surverse, le matériau traité (Pe) devenant plus léger que le lit après traitement thermique remonte à la surface du lit et bascule hors du bol tournant (2) du fait de l'inclinaison de ce dernier.

10 11. Procédé de traitement thermique flash selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape d'introduction du matériau à traiter (P) est continu.

15 12. Procédé de traitement thermique flash selon une des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que des sources de chauffage supplémentaires, d'origine autre que les micro-ondes, participent à l'étape de préchauffage et/ou l'étape de chauffage de façon à accélérer le traitement thermique.

20 13. Procédé de traitement thermique flash selon une des revendications 1 à 12 caractérisé en ce que le réglage de l'impédance du bol (7) optimise le rendement de chauffe micro-ondes.

25 14. Dispositif de traitement thermique flash permettant la mise en œuvre du procédé de traitement thermique flash selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend un bol tournant (2) placé dans une enceinte (1) étanche au rayonnement micro-onde, au moins à la fréquence de traitement, le bol tournant (2) étant inclinée de sorte que l'axe de révolution (A) de ce dernier fasse un angle compris entre 30° et 60° avec la verticale (V) et possède, dans son fond, un tamis dont les mailles sont calibrées de sorte que leurs dimensions soient supérieures aux dimensions du matériau traité (Pe) et inférieures aux dimensions du lit (L)
30 permettant un tri granulométrique, l'enceinte (1) communiquant au moins

avec un générateur de micro-onde (30) et comportant des moyens d'introduction (4a) au moins du lit et/ou du matériau à traiter et des moyens de vidange (4b) au moins du matériau traité.

5 15. Dispositif de traitement thermique selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte au moins une source de chauffage supplémentaire d'origine autre que micro-ondes.

16. Dispositif de traitement thermique selon la revendication 14 caractérisé en ce qu'il comporte un système de réglage de la position relative du bol (7) par rapport à la source émettrice de micro-ondes.

Figure 3

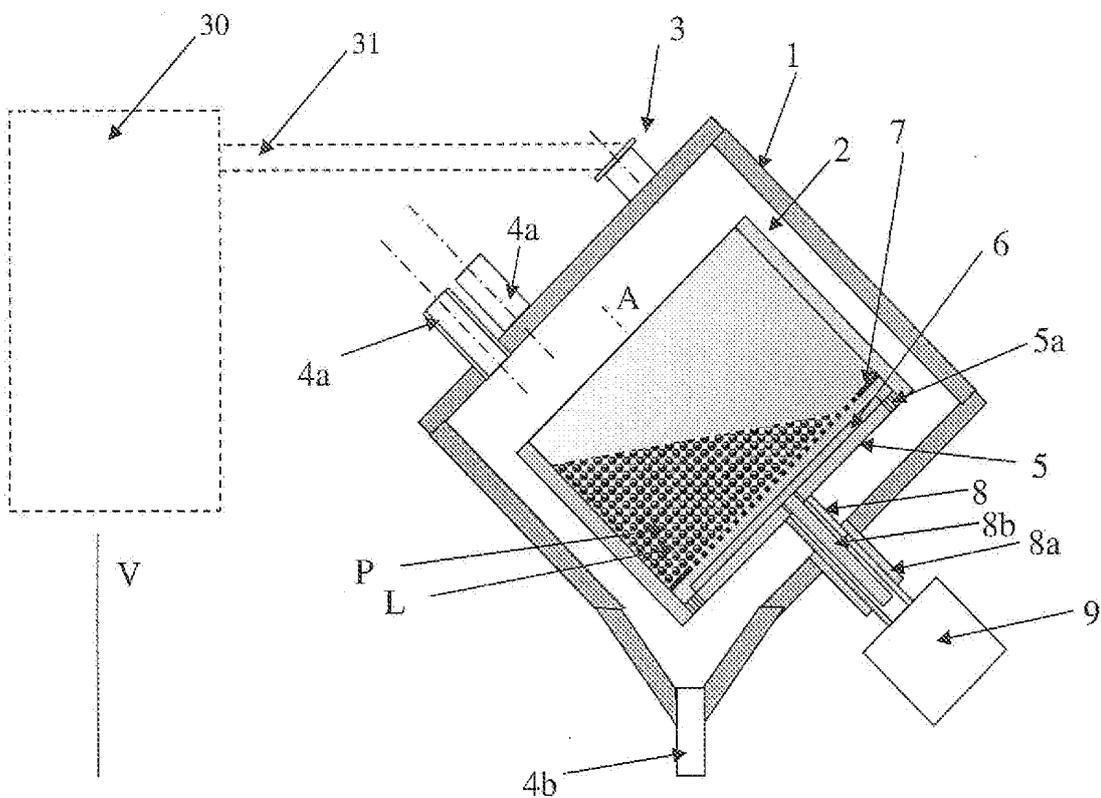


Figure 4

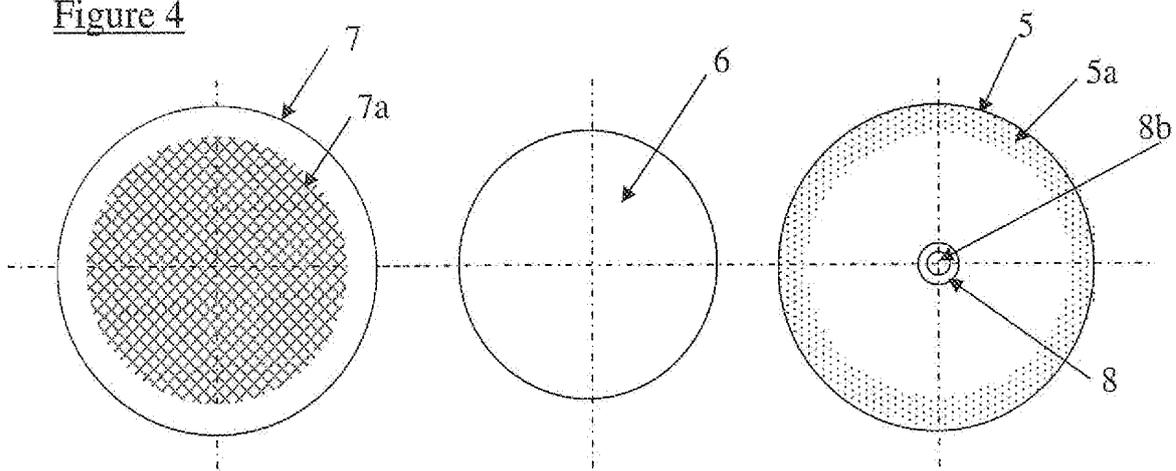


Figure 5

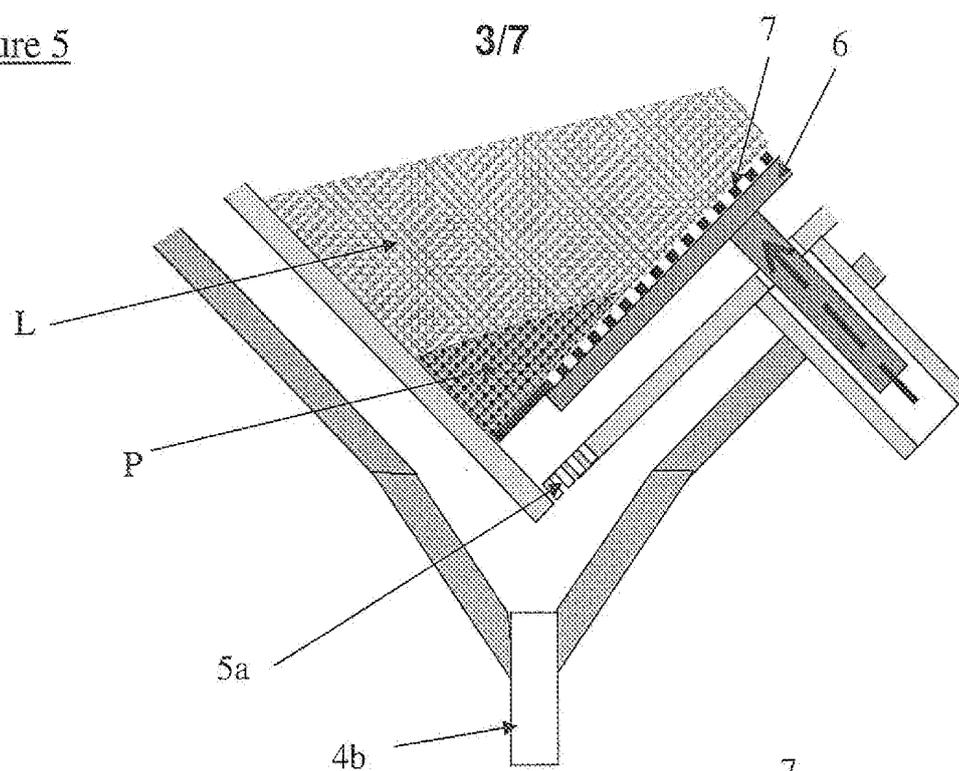


Figure 6

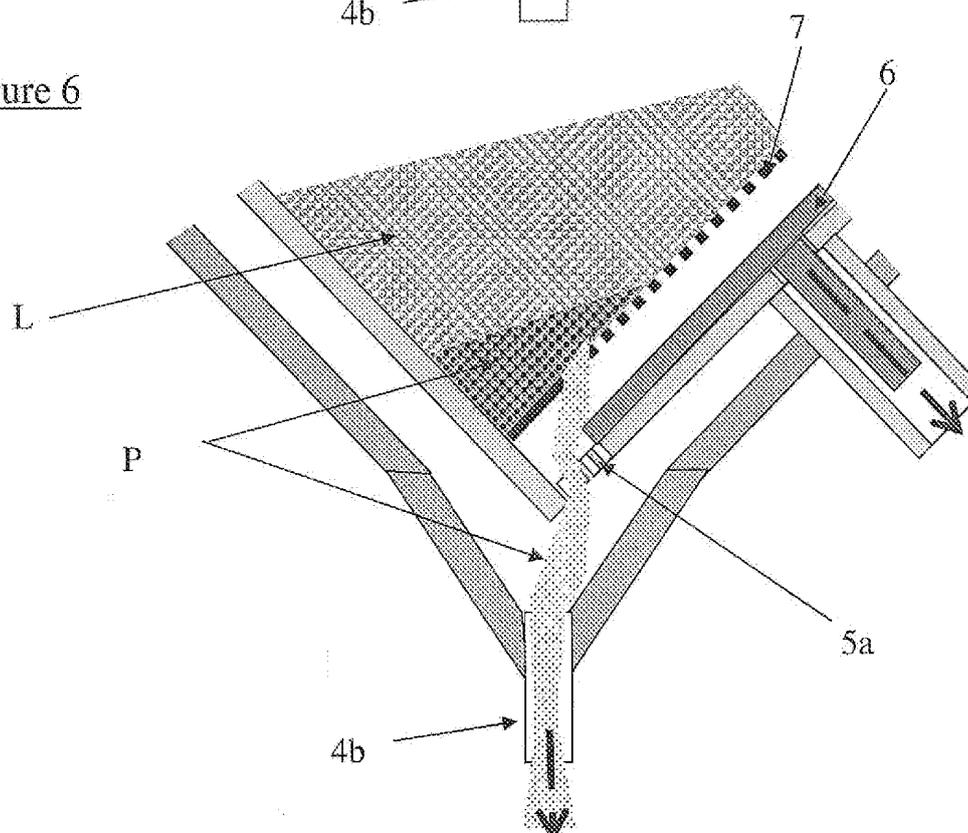


Figure 7

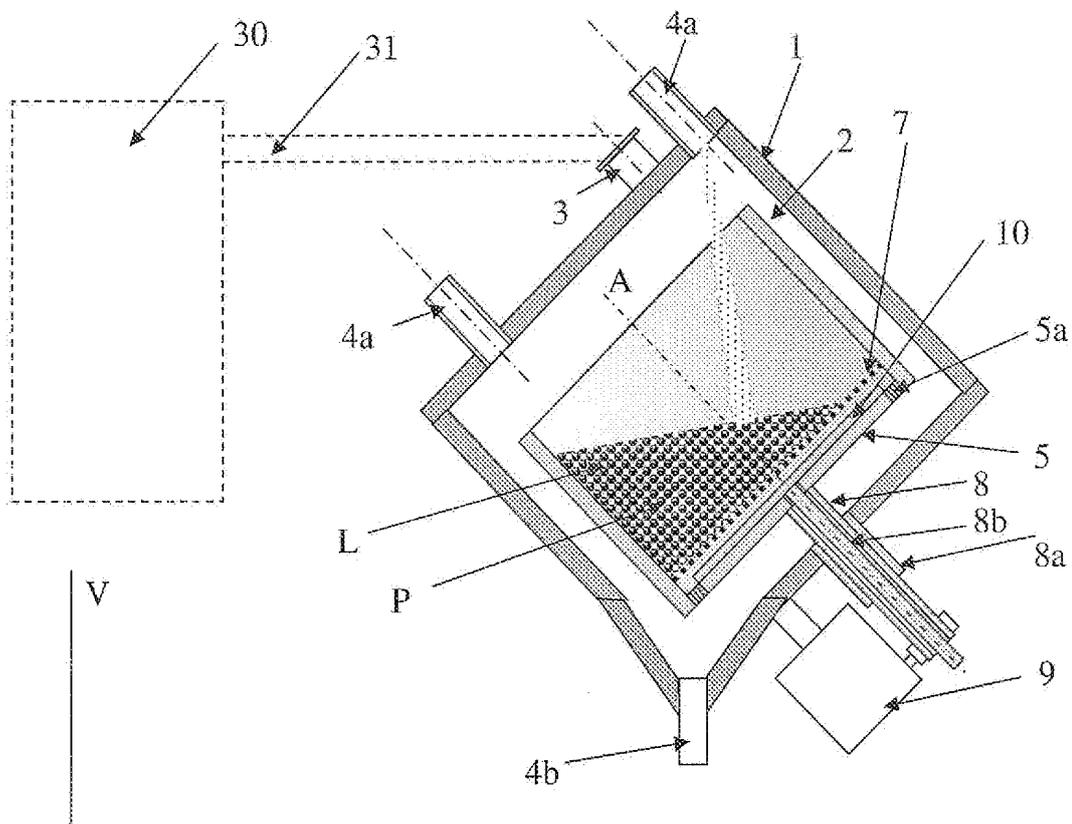
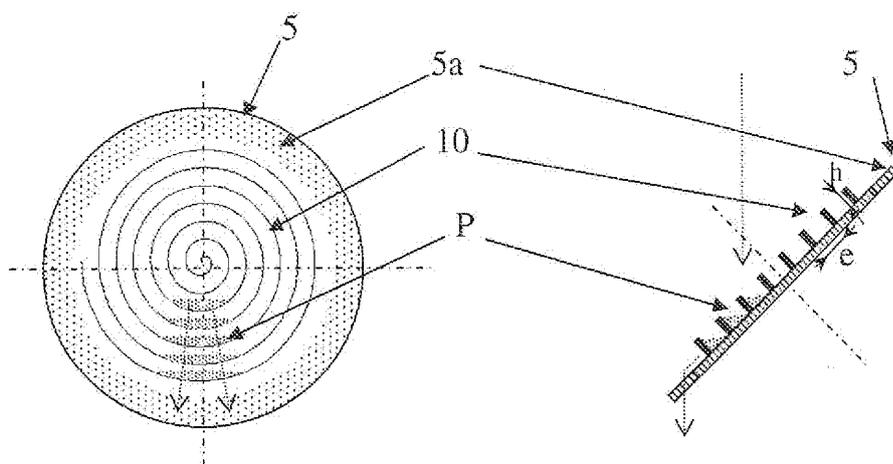
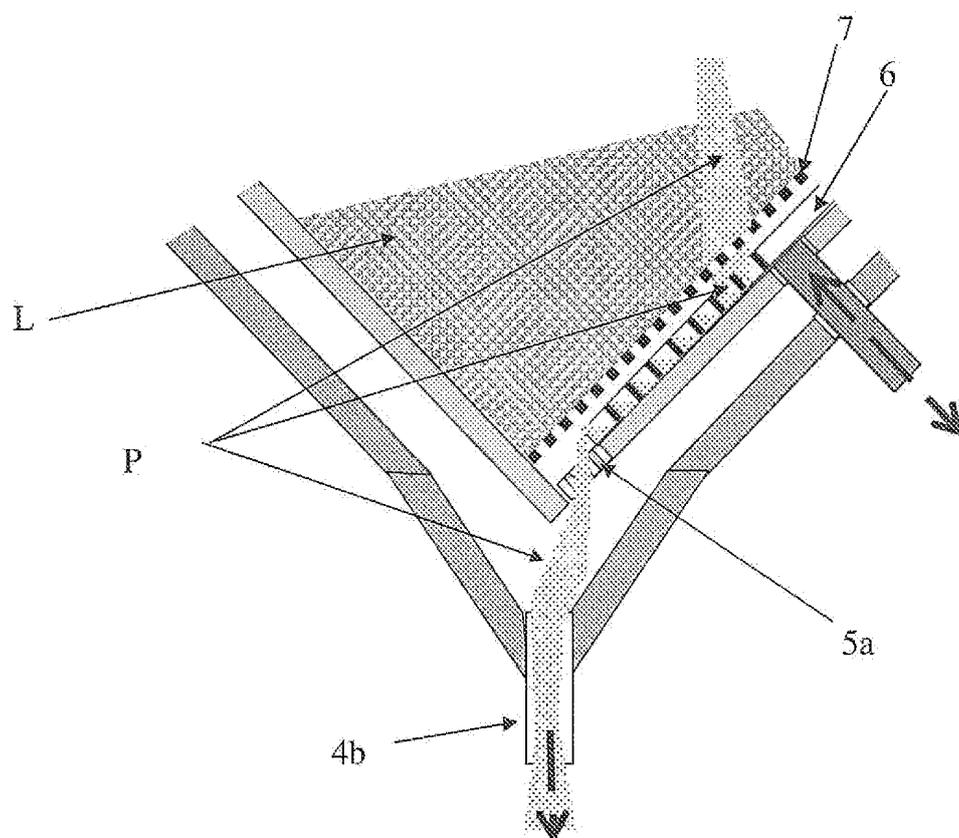


Figure 8



5/7

Figure 9



6/7

Figure 10

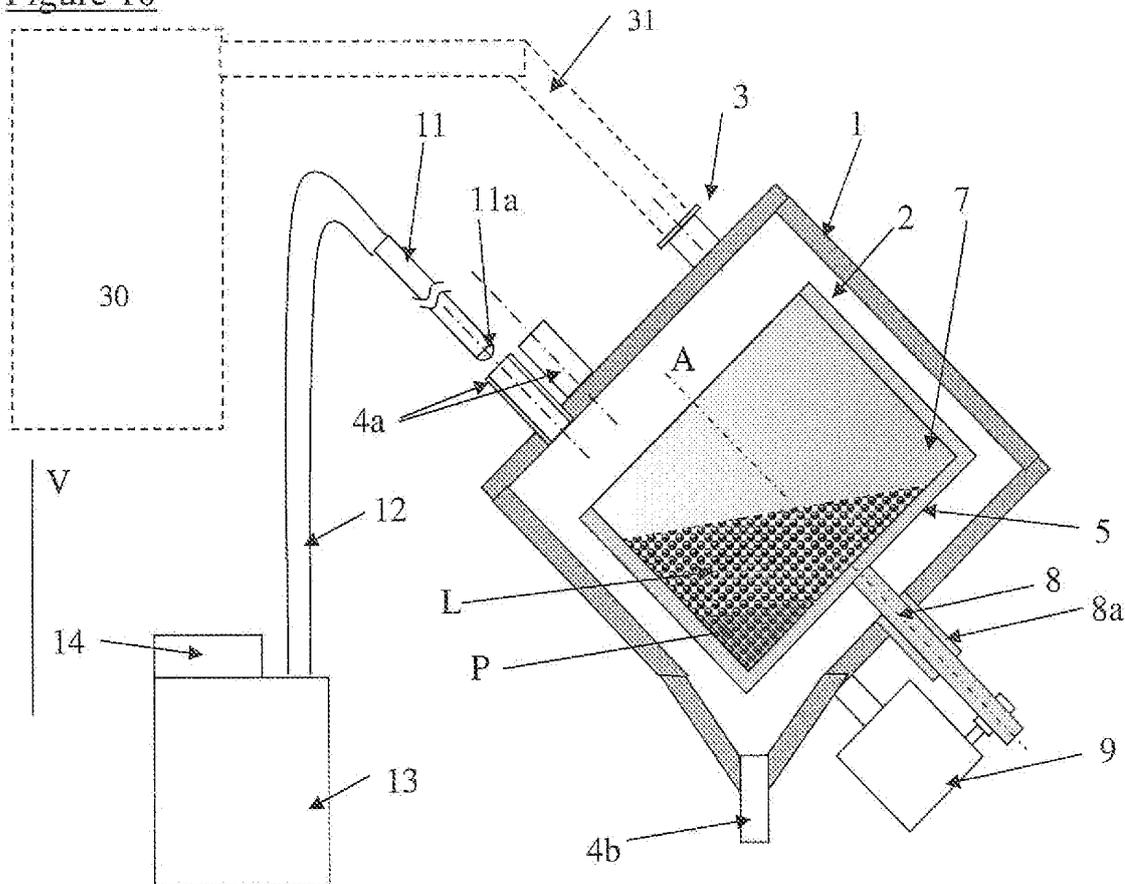
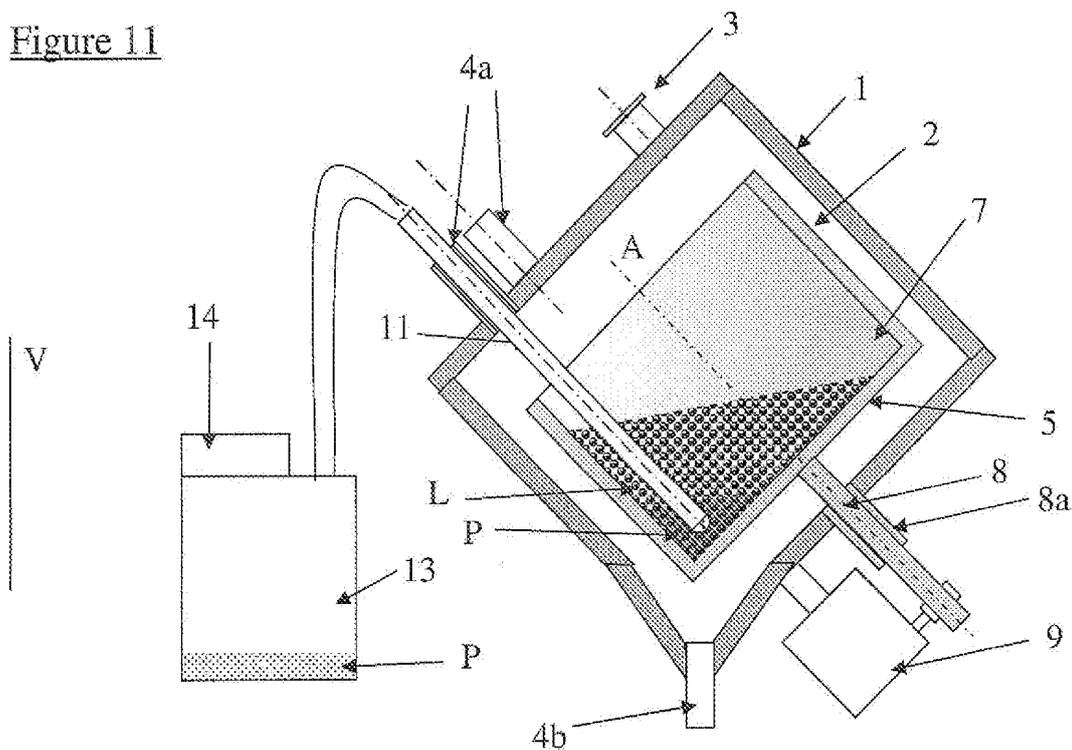


Figure 11



7/7

Figure 12

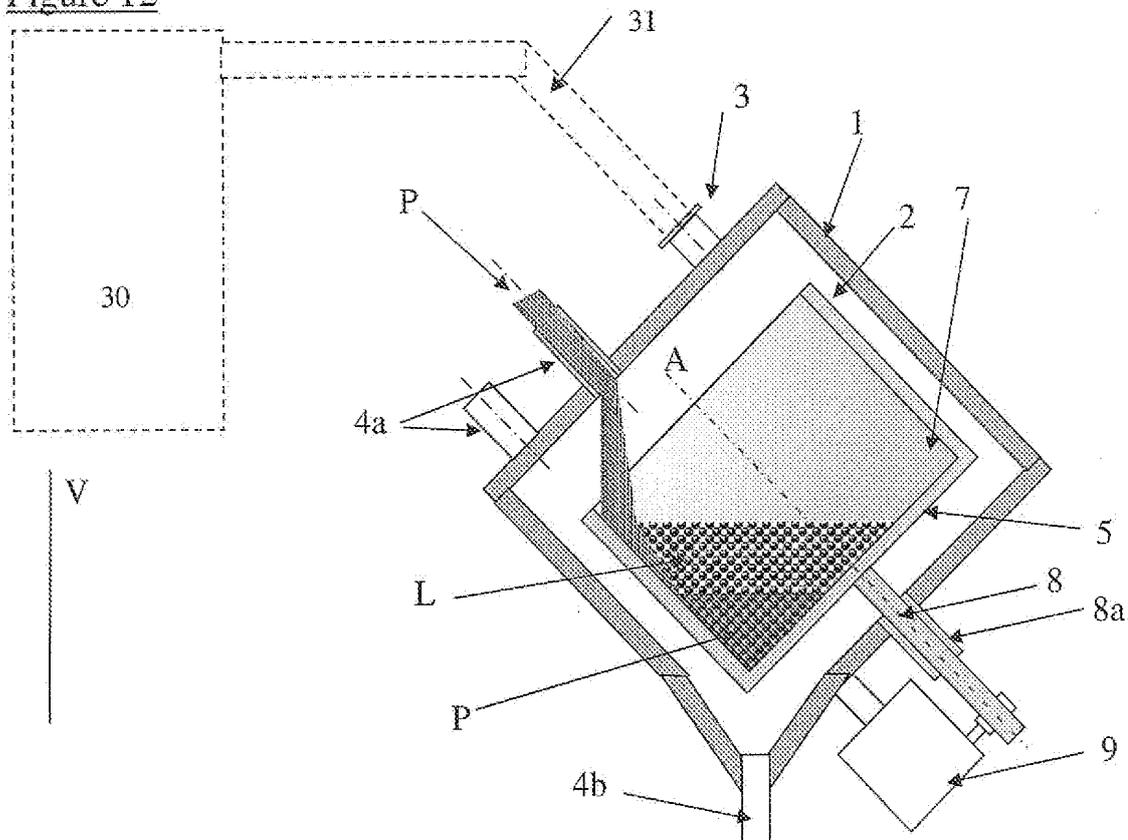
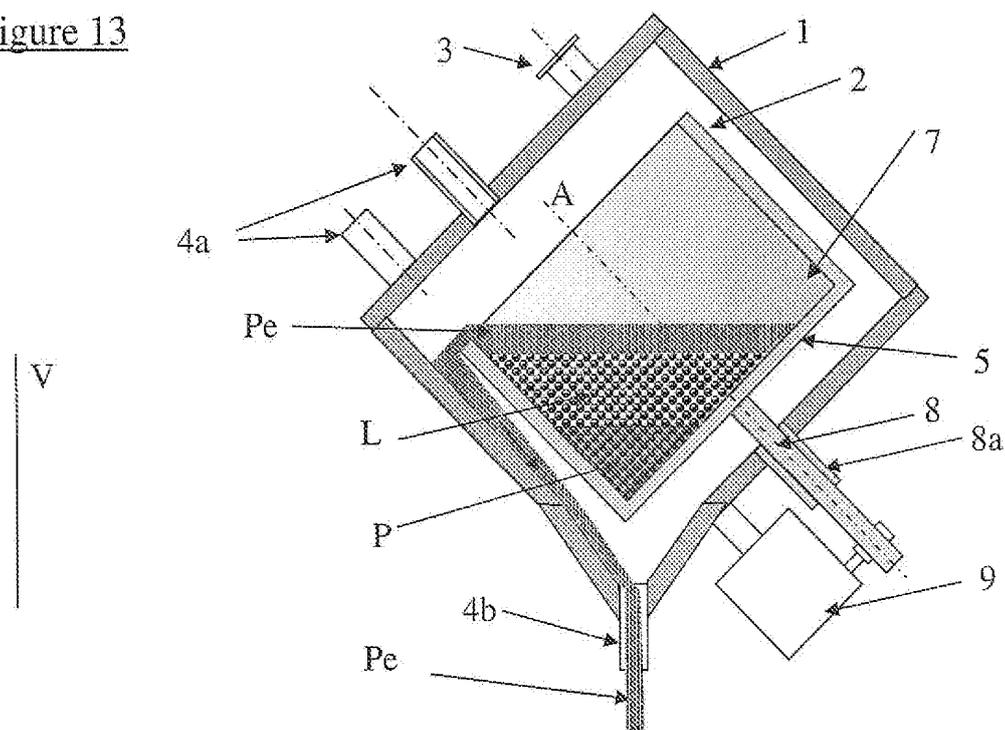


Figure 13





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 751346
FR 1154784

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		
A	US 5 808 282 A (APTE PRASAD SHRIKRISHNA [CA] ET AL) 15 septembre 1998 (1998-09-15) * colonne 6, ligne 47 - colonne 7, ligne 23; figures 1,2 *	1-16	F27B17/00 H05B6/80 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H05B F26B C04B
A	US 2008/142511 A1 (RIPLEY EDWARD B [US]) 19 juin 2008 (2008-06-19) * alinéa [0044]; revendication 11; figure 5 *	1-16	
A	US 2010/219107 A1 (PARSCHE FRANCIS EUGENE [US]) 2 septembre 2010 (2010-09-02) * alinéa [0023] - alinéa [0036]; figures 1,2 *	1-16	
A	US 2010/113253 A1 (AL-QURAIISHI SALEH I [SA]) 6 mai 2010 (2010-05-06) * alinéa [0011] - alinéa [0015]; figures 1,2 * * alinéa [0019] - alinéa [0024] *	1-16	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 décembre 2011		Gea Haupt, Martin	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1154784 FA 751346**

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 02-12-2011

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
US 5808282	A	15-09-1998	AUCUN	

US 2008142511	A1	19-06-2008	US 2008142511 A1	19-06-2008
			US 2011168700 A1	14-07-2011

US 2010219107	A1	02-09-2010	CA 2753600 A1	10-09-2010
			US 2010219107 A1	02-09-2010
			WO 2010101826 A1	10-09-2010

US 2010113253	A1	06-05-2010	AUCUN	
