



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.10.2007 Bulletin 2007/43

(51) Int Cl.:
F26B 3/347 (2006.01) **F26B 7/00** (2006.01)
F26B 11/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07290491.5**

(22) Date de dépôt: **20.04.2007**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(71) Demandeur: **Bearn Innovation**
45770 Saran (FR)

(72) Inventeur: **DEDIEU, Bernard**
45160 Olivet (FR)

(74) Mandataire: **Debay, Yves**
Cabinet Debay,
126 Ellysée 2
78170 La Celle Saint Cloud (FR)

(30) Priorité: **21.04.2006 FR 0603551**

(54) **Procédé de séchage des boues et dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé**

(57) La présente invention concerne un procédé et dispositif de séchage des boues caractérisé en ce que le procédé de séchage des boues comporte:

- une étape de mise en pression à une pression déterminée d'une enceinte (1) étanche au moins par injection de vapeur d'eau saturante et de maintien de cette pression pendant un temps déterminé;
- une étape de chargement des boues à l'intérieur d'une cuve (7) éloignée des parois de l'enceinte (1) avec des moyens de chargement (81) assurant le maintien en pression;
- une étape d'injection de vapeur surchauffée dans la

boue (5) par l'intermédiaire d'un mélangeur (3) en action proche de la paroi de la cuve (7) la plus éloignée par rapport à la source des micro-ondes (22) comportant des moyens (33) d'injections;

- une étape de chauffage au coeur de la boue (5) par émission de micro-ondes (23) dans des fréquences comprises entre 400 et 2450 MHz en direction de la cuve (7), cette étape étant réalisée en mélangeant la boue (5);
- une étape d'évacuation des eaux recueillies par condensation et ruissellement sur les parois de l'enceinte vers le fond de l'enceinte (1) par l'intermédiaire d'une vanne (6) communiquant avec l'extérieur.

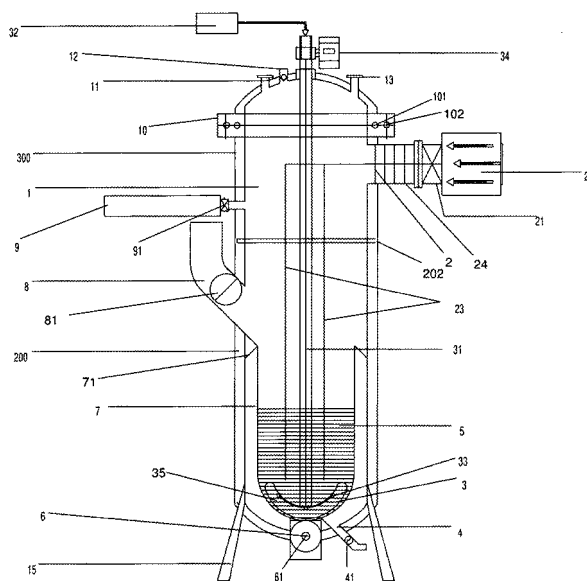


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de séchage des boues et le dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé, et plus particulièrement un procédé et son dispositif de séchage de boues industrielles, mixtes ou urbaines.

[0002] Le problème posé par le traitement des boues d'épuration est un problème qui préoccupe très sérieusement les Collectivités locales et les Etats. En effet leur quantité ne cesse d'augmenter, et les risques de pollution toxique, bactériologique et olfactive qu'elles induisent pour les sols, les nappes et l'environnement augmentent aussi. Il est donc nécessaire de disposer d'une technique optimale de traitement et de valorisation de ces boues qui soit sûre, durable, écologique, économique et applicable à tous les cas.

[0003] Pour faire face à ces problèmes, il existe aujourd'hui plusieurs solutions de traitement des boues.

[0004] On peut notamment citer les traitements par convection, dont le principe repose sur un transfert de chaleur. L'inconvénient de cette technique est qu'elle est très onéreuse.

[0005] Une autre solution consiste dans un premier temps à faire sécher les boues pour ensuite les mettre sous forme de granulés qui pourront être stockés.

[0006] L'étape de séchage est en général effectuée en déposant les boues encore humides sur un banc de séchage, la boue étant ensuite traversée par un flux d'air chauffé. A l'issue de cette étape les boues sont transformées sous forme de granulés.

[0007] Un inconvénient de ce type de traitement est que le séchage des boues avec le flux d'air chauffé est trop long.

[0008] Le brevet FR 2 115 951 propose un dispositif, qui pourrait résoudre le problème du temps de séchage trop long, permettant de sécher des produits type aliments pour animaux ou fertilisant, et permettant de stériliser ces produits, après les avoir mis sous forme de boues préalablement fragmentées. Ce dispositif comprend un transporteur à vis en forme de tube qui va permettre le transport des boues fragmentées. Le transporteur comporte un arbre s'étendant axialement par rapport au tube et comportant des pales disposées en hélice. Ce transporteur a pour but unique de faire avancer les boues fragmentées vers la zone d'irradiation par des micro-ondes. Ces micro-ondes ayant pour fonction d'effectuer la stérilisation des fragments et de parfaire le séchage en permettant le dégagement du restant d'humidité des boues fragmentées. Les parcelles ainsi séchées sortent du dispositif et sont recueillies pour être conditionnées.

[0009] L'inconvénient de ce dispositif est qu'il nécessite plusieurs étapes pour arriver au séchage des produits, et notamment une étape de fragmentation des boues à sécher. Ces différentes étapes nécessitant un appareillage plus complexe et plus encombrant.

[0010] Un autre inconvénient de ces dispositifs de séchages est que dans certain cas des risques d'inflam-

mation ou d'explosion peuvent apparaître. Les risques d'explosion existent si trois facteurs sont présents : une grande teneur en poussières, un forte teneur en oxygène et une source d'ignition. Il est donc important d'éviter la présence d'un des ces trois facteurs.

[0011] De plus les dispositifs de ces techniques sont chers et leur utilisation couteuse en énergie.

[0012] Lorsque le séchage est correctement effectué, la boue séchée peut s'auto-échauffer ce qui peut provoquer une source d'ignition. Ce facteur d'ignition est donc souvent présent lors du séchage des boues. Il faut donc faire en sorte d'éviter la présence des deux autres facteurs à savoir les poussières et la teneur en oxygène.

[0013] La présente invention a pour but de proposer un procédé et son dispositif qui permettent d'optimiser le séchage des boues sans risque d'explosion tout en obtenant très rapidement un séchage complet des boues et de ce fait en réduisant l'énergie consommée.

[0014] Ce but est atteint par le fait que le procédé de séchage de boue telles que les boues d'épuration, le lisier ou les déchets de fosses septiques comporte:

- une étape de mise en pression à une pression déterminée d'une enceinte étanche au moins par injection de vapeur d'eau saturante et de maintien de cette pression pendant un temps déterminé ;
- une étape de chargement des boues à l'intérieur d'une cuve éloignée des parois de l'enceinte avec des moyens de chargement assurant le maintien en pression ;
- une étape d'injection de vapeur surchauffée dans la boue par l'intermédiaire d'un mélangeur en action proche de la paroi de la cuve la plus éloignée par rapport à la source des micro-ondes comportant des moyens d'injections ;
- une étape de chauffage au coeur de la boue par émission de micro-ondes dans des fréquences comprises entre 400 et 2450 MHz en direction de la cuve, cette étape étant réalisée en mélangeant la boue ;
- une étape d'évacuation des eaux recueillies par condensation et ruissellement sur les parois de l'enceinte vers le fond de l'enceinte par l'intermédiaire d'une vanne communiquant avec l'extérieur.

[0015] Selon une autre particularité, pendant toute la durée du séchage la boue est mélangée avec le mélangeur pour permettre une meilleure homogénéité du séchage, tout en favorisant considérablement la pénétration des micro-ondes dans la matière.

[0016] Selon une autre particularité, la pression de vapeur d'eau saturante est comprise dans une plage entre 1 bar et 3 bars.

[0017] Selon une autre particularité, la pression de vapeur d'eau saturante est de 1 bar.

[0018] Selon une autre particularité, la pression de vapeur surchauffée est comprise entre 1 bar et 5 bars.

[0019] Selon une autre particularité, la pression de vapeur surchauffée est de 3 bars.

[0020] Selon une autre particularité, la température de l'enceinte doit être inférieure à la température de la boue pour permettre une évaporation.

[0021] Selon une autre particularité, l'irradiation par les micro-ondes est effectuée lorsque la température de la boue est comprise entre 110°C et 140°C.

[0022] Selon une autre particularité, l'irradiation par les micro-ondes est effectuée lorsque la température de la boue est de 130°C.

[0023] Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé.

[0024] Ce but est atteint par le fait que le dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé est constitué d'une enceinte, comportant une cuve étanche, résistante à la pression et communiquant par au moins une fenêtre en quartz ou toute autre matière convenant aux micro-ondes avec au moins un générateur de micro-ondes, l'enceinte communiquant avec un chemin d'arrivée de vapeur saturante et une arrivée de boue à sécher, un mélangeur comportant des moyens d'injection de vapeur surchauffée disposé dans l'enceinte, une trappe de déchargement des matières séchées.

[0025] Selon une autre particularité, le dispositif comporte dans sa partie la plus basse orientée vers le sol un orifice permettant d'évacuer par gravité des eaux de ruissellement contrôlé par une vanne ou de réguler la pression interne de l'enceinte.

[0026] Selon une autre particularité, l'enceinte comporte des moyens réfrigérants disposés dans sa partie la plus basse de façon à refroidir sa paroi interne en contact avec l'atmosphère sous pression, les moyens étant disposés de façon à ne refroidir qu'une partie de l'enceinte.

[0027] Selon une autre particularité, les moyens réfrigérants permettent de refroidir entre la moitié et les $\frac{3}{4}$ de l'enceinte.

[0028] Selon une autre particularité, le mélangeur est formé d'un tube comportant au moins un élément mélangeur de type pale solidaire de sa périphérie, les moyens d'injection étant disposés sur cet élément.

[0029] Selon une autre particularité, le tube est relié à un générateur de vapeur surchauffée, la vapeur produite par le générateur circulant dans le tube pour arriver jusqu'à l'élément mélangeur et ensuite être injectée par les moyens d'injections.

[0030] Selon une autre particularité, les moyens d'injection sont formés par des ouvertures formées sur l'élément mélangeur.

[0031] Selon une autre particularité, toutes les ouvertures de l'enceinte sont obturables avec des moyens d'obturation assurant les conditions d'étanchéité à la pression et aux micro-ondes.

[0032] Selon une autre particularité, l'enceinte comporte des moyens réfrigérants permettant de refroidir une partie de sa surface interne pour favoriser la condensation de l'eau évaporée par le traitement de séchage.

[0033] Selon une autre particularité, le dispositif comporte au moins une extrémité obturable par une porte

automatique assurant les conditions d'étanchéité à la pression et aux micro-ondes.

[0034] Selon une autre particularité, le générateur de micro-ondes communique avec l'enceinte de séchage à travers un coupleur/adaptateur de micro-ondes.

[0035] Selon une autre particularité, l'enceinte comporte une soupape de sécurité.

[0036] Selon une autre particularité, la cuve est éloignée des parois de l'enceinte par des supports perforés pour permettre le ruissellement de l'eau condensée

[0037] D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe longitudinale d'un mode de réalisation du dispositif selon l'invention ;
- la figure 2 représente une vue en coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation du dispositif selon l'invention.
- la figure 3 représente une vue en coupe transversale du mode de réalisation représenté sur la figure 2.

[0038] Comme représenté sur les figures 1, 2 et 3, le dispositif est constitué d'une enceinte (1), de préférence, cylindrique et de forme allongée en matériau métallique avec une double paroi assurant d'une part, à la fois une bonne isolation thermique et l'étanchéité à la pression de la vapeur et d'autre part, l'étanchéité aux ondes. Cette enceinte (1) comporte au moins une extrémité ouverte sur l'extérieur et obturable par une porte (10) ou un couvercle (10). Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, l'enceinte (1) comporte une extrémité obturable. La porte (10) permettant d'obturer les ouvertures étant réalisée de façon à ce que l'enceinte (1) soit totalement hermétique à l'air, à la pression de vapeur et aux ondes telles que les micro-ondes, lorsque la porte (10) est refermée. La porte (10) comporte donc un joint (102) en « Téflon » ou silicone pour l'étanchéité à la pression et en métal (101) pour l'étanchéité aux micro-ondes. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2 la porte (10) peut coulisser grâce à un système de déplacement (152) comportant des roues (151) relié à la porte. Ce système permet ainsi à la porte d'être déplacée axialement par rapport à l'enceinte (1). Dans ce mode de réalisation la boue est chargée par l'ouverture formée lorsque la porte est ouverte.

[0039] L'enceinte (1) est en générale posée sur le sol, et est maintenue en place par des pieds (15), la partie reposant sur le sol formant la partie basse de l'enceinte (1).

[0040] L'enceinte (1) comporte à l'intérieur, une paroi supplémentaire dans sa partie basse formant une cuve (7) sphérique dans laquelle va être chargée la boue (5) à sécher. Cette cuve (7) comporte des rebords (71) supérieurs fixés à l'enceinte (1) et sur lesquels sont formés des petites ouvertures. Ces ouvertures permettent l'éva-

cuation vers le fond de l'enceinte (1) des eaux condensées sur la paroi interne de l'enceinte (1).

[0041] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, la matière (5) à sécher est chargée dans l'enceinte (1) par une arrivée de matière (8). Cette arrivée (8) est disposée sur une face de l'enceinte (1) à mi-hauteur de celle-ci.

[0042] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, le chargement de la matière (5) à sécher se fait grâce à la cuve qui étant disposée sur un chariot (152) roulant (151) peut être déplacée latéralement, le déchargement se faisant par retournement de la cuve.

[0043] Les boues (5) concernées par l'invention sont des boues du type boues d'épuration, lisier, déchets de fosses septiques...etc.

[0044] L'enceinte (1) comporte également au moins une ouverture (2) arrondie ou rectangulaire constituant une fenêtre (2). Dans un mode de réalisation de l'invention, l'enceinte (1) comporte plusieurs fenêtres (2). Ces fenêtres (2) sont constituées en matériau étanche à la vapeur mais laissant passer les rayonnements de micro-ondes. Dans un mode de réalisation les fenêtres (2) sont en quartz. Dans un autre mode de réalisation les fenêtres (2) sont en « Téflon », ou tout autre matériau permettant les rayonnements électromagnétiques et l'étanchéité à la vapeur. Ces fenêtres (2) sous pression permettent d'émettre les ondes (23) vers l'intérieur de l'enceinte (1) et sont dites fenêtres (2) émettrices. Elles permettent ainsi de laisser passer les ondes (23) qui vont irradier ensuite la boue (5) à sécher. Les ondes (23) sont amenées par un guide d'onde (24) à au moins une fenêtre (2). Le guide d'onde (24) communique à travers un coupleur/adaptateur d'impédance (21) et le générateur de micro-ondes (22). Le générateur (22) d'ondes (23) permet ainsi d'irradier la boue (5) à sécher. Les fenêtres (2) sont disposées dans la partie haute de l'enceinte (1) c'est à dire la partie opposée à celle qui repose sur le sol.

[0045] Dans un premier mode de réalisation représenté sur la figure 1, l'enceinte (1) est verticale, dans ce cas elle est plus haute que large. Dans ce mode de réalisation l'enceinte (1) comporte une ouverture à l'extrémité opposée à celle reposant sur le sol. Les fenêtres (2) sont alors disposées sur la partie haute dessous l'ouverture et donc au dessous du couvercle (10). Dans ce cas les ondes sont, à la sortie des fenêtres, perpendiculaires par rapport au fond de la cuve et sont ensuite redirigées de façon à arriver verticalement dans la matière (5) à sécher.

[0046] Dans un autre mode de réalisation les fenêtres (2) sont disposées sur le couvercle (10) et permettent ainsi un rayonnement direct qui arrive verticalement dans la matière (5) à sécher.

[0047] Dans un deuxième mode de réalisation représenté sur la figure 2, la cuve est disposée horizontalement, elle est alors plus large que haute. Dans ce cas l'ouverture qui est toujours à une extrémité va se retrouver disposée sur le côté opposé à l'alimentation. Les fenêtres (2) sont alors disposées toujours dans la partie haute de l'enceinte (1) c'est à dire dans la partie opposée

à celle reposant sur le sol.

[0048] Quelque soit le mode de réalisation lorsque les fenêtres (2) sont rectangulaires elles sont disposées de façon à être inversées l'une par rapport à l'autre, c'est à dire qu'une fenêtre est disposée dans le sens de la longueur et celle à côté dans le sens de la hauteur etc. comme illustré sur la figure 2.

[0049] L'enceinte (1) est en communication par au moins deux canalisations avec au moins deux systèmes générateurs de vapeur.

[0050] Un premier générateur (9) génère de la vapeur saturante. Cette vapeur est injectée dans toute l'enceinte (1) avant le chargement de la matière (5) à sécher.

[0051] Un deuxième générateur (32) génère de la vapeur surchauffée. Cette vapeur surchauffée est directement injectée dans la matière (5) à sécher.

[0052] A l'intérieur de l'enceinte (1) est disposé un mélangeur (3). Ce mélangeur (3) est formé d'un tube (31, 31') qui traverse l'enceinte (1). Ce tube (31, 31') est relié au générateur (32) de vapeur surchauffée. Le tube (31, 31') comporte au moins un élément (35, 35') mélangeur. Cet élément (35, 35') mélangeur dispose de moyens (33, 33') d'injection de la vapeur surchauffée. Les moyens d'injection (33, 33') sont formés par des ouvertures (33, 33') formées sur l'élément (35, 35') mélangeur. La vapeur produite par le générateur (32) circule dans le tube pour arriver jusqu'à l'élément (35, 35') mélangeur et est ensuite injectée par les moyens (33, 33') d'injection au coeur de la matière (5) à sécher.

[0053] Dans le premier mode de réalisation l'élément (35) mélangeur est formé par des pales fixées à l'extrémité du tube (31) arrivant au fond de l'enceinte (1). Le mélangeur tourne grâce à un moteur (34) disposé à l'extérieur de l'enceinte (1). Les pales épousent la forme sphérique ou elliptique du fond de la cuve (7).

[0054] Le tube est décalé par rapport à l'axe (A) de symétrie de la cuve, c'est à dire proche de la paroi éloignée de la source de micro-ondes.

[0055] Dans le deuxième mode de réalisation l'élément (35') mélangeur est formé par des pales rectangulaires fixées sur la périphérie du tube (31') de préférence selon une géométrie hélicoïdale et décalées entre elles. Le tube tourne grâce à un moteur (34) et se comporte comme une vis sans fin.

[0056] Dans les deux cas les pales sont fixées de façon à arriver le plus proche possible du fond de la cuve (7) pour mélanger un maximum de matière (5) à sécher. Le matériau utilisé pour les pales est un matériau résistant aux micro-ondes. Le matériau peut être par exemple du pyrex ou du « Téflon ».

[0057] Les pales sont fixées de façon à ne pas dépasser de la matière (5) à sécher avant séchage et la quantité de matière (5) est adaptée de façon à ce qu'en fin de séchage les pales ne dépassent pas trop pour éviter les problèmes dus aux chocs avec les micro-ondes.

[0058] Le rôle des mélangeurs étant d'une part de mélanger la boue (5) pour avoir un séchage homogène et d'autre part d'accroître la pénétration des micro-ondes

dans la boue (5) et favoriser le séchage. En effet sans mélange de la boue, une croute sèche se forme rapidement à sa surface ce qui empêche les micro-ondes de pénétrer correctement, et empêche donc un séchage efficace et homogène.

[0059] Les eaux de condensation sont évacuées par une canalisation (4) contrôlée par une vanne (41) d'évacuation et disposée dans la partie basse de l'enceinte.

[0060] Cette vanne (41) d'évacuation permet de maintenir l'enceinte (1) à la pression désirée, d'évacuer de la pression si celle-ci est trop élevée et enfin de mettre l'enceinte (1) à l'atmosphère une fois le processus de séchage achevé.

[0061] La partie supérieure de l'enceinte (1) comporte une soupape de sécurité (12) qui est réglée en fonction de la pression désirée et qui va servir uniquement en cas d'incident nécessitant de réguler la pression autrement qu'avec la vanne (41) d'évacuation. Cette soupape (12) ne sera donc, dans un fonctionnement normal du dispositif, jamais utilisée.

[0062] L'enceinte (1) comporte également des moyens réfrigérant (203) dans sa double paroi. Ces moyens réfrigérant (203) sont disposés de façon à permettre le refroidissement de la partie base de l'enceinte (1) et ainsi la condensation des eaux d'évaporation. Les moyens réfrigérant (203) sont par exemple des serpents dans lesquels circule un gaz refroidissant.

[0063] Ces moyens (203) de refroidissement délimitent une zone froide (200) et une zone chaude (300) dans l'enceinte. La séparation (202) entre les deux zones se situant environ entre la moitié et les $\frac{3}{4}$ de la partie basse de l'enceinte.

[0064] L'enceinte (1) comporte dans sa partie basse une trappe (6) qui permet d'évacuer la matière séchée lorsque le cycle de séchage est terminé. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, cette trappe (6) comporte également un guide qui va permettre au mélangeur (3) d'être maintenu droit et ainsi éviter son balancement lors du mélange.

[0065] L'enceinte (1) comporte des moyens (11) de mesure de la température et de la pression afin de réguler ces paramètres au cours du séchage.

[0066] L'ensemble des ouvertures de l'enceinte (1) comporte un système de vanne (91, 81, 61, 41) permettant à l'enceinte (1) de rester hermétique et évitant aussi la fuite des micro-ondes.

[0067] L'ensemble des pressions et des températures utilisées dans le cadre de l'invention étant calculé à partir notamment du diagramme de Mollier.

[0068] Le procédé de séchage mettant en oeuvre le dispositif précédemment décrit comporte les opérations suivantes :

- mise sous pression de l'enceinte (1) par envoi de vapeur saturante dans l'enceinte (1) jusqu'à atteindre la pression correspondant à la température de fonctionnement souhaitée en vapeur saturante. On pourra choisir par exemple une pression de 1 bar

pour une température de 100° Celsius de la vapeur saturante à 3 bars pour une température de 130° Celsius de la vapeur saturante.

- introduction de la matière (5) à sécher qui se trouve sous forme de boue, à ce stade la boue (5) comporte entre 70 et 80% d'eau ;
- envoi de la vapeur surchauffée par l'intermédiaire du tube (31, 31') et des éléments (35, 35') mélangeur au coeur de la boue (5) à sécher tout en mélangeant. Le mélange est très important car il permet de sécher uniformément. La vapeur surchauffée est injectée à une pression de 1 bar à 5 bars, et dans un mode de réalisation de 3 bars. Ce qui permet d'avoir une température de la boue (5) aux environs de 130°C. Cette étape permet d'effectuer un pré-séchage de la matière.
- lorsque la température atteint 130°C envoi des micro-ondes pour accélérer le séchage de la matière. La longueur d'onde des micro-ondes se situe entre 400 et 2450 MHz.

[0069] Il y'a donc une différence de pression entre la partie haute de l'enceinte (1) et la partie basse de l'enceinte (1) ou se trouve la boue (5). Ce différentiel de pression va favoriser l'évacuation de l'eau vers l'extérieur de la boue (5). La puissance des générateurs à micro-ondes est calculée de façon à atteindre une température de boues (5) supérieure à celle de la vapeur saturante.

[0070] Etant donné la présence d'une pression de vapeur saturante, l'humidité dégagée par la boue lors de son traitement va donc ruisseler sur les parois froides par gravité pour être récupérée en-dessous de la grille (71) par la vanne (41) d'évacuation. L'ouverture de la vanne (41) est déclenchée à intervalles réguliers par le système de contrôle dès que le niveau se rapproche de la grille. L'enceinte (1) comporte un dispositif détecteur de niveau permettant l'ouverture automatique de la vanne (41).

[0071] Au bout d'un certain temps lorsque la boue est séchée, le générateur de micro-ondes est également arrêté et la pression diminuée pour arriver progressivement à la pression atmosphérique.

[0072] Par la mise en saturation du milieu ambiant autour de la boue (5) et l'utilisation judicieuse de puissance de micro-ondes avec des consommations d'énergie bien inférieures à celles généralement utilisées dans l'art antérieur, on arrive à accélérer le processus d'évacuation de l'humidité interne de la boue (5) et obtenir des séchages plus rapides avec une consommation d'énergie inférieure.

[0073] De plus le fait de travailler sous pression saturante, évite les phénomènes d'explosions en empêchant la présence d'oxygène.

[0074] Il doit être évident pour l'homme du métier 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 revendiquée. Par conséquent, les présents modes de

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.

Revendications

1. Procédé de séchage de boue (5) telles que les boues dépuration, le lisier ou déchets de fosses septiques par irradiation par micro-ondes **caractérisé en ce que** le procédé de séchage de boues comporte :

- une étape de mise en pression à une pression déterminée d'une enceinte (1) étanche au moins par injection de vapeur d'eau saturante et de maintien de cette pression pendant un temps déterminé ;
- une étape de chargement des boues à l'intérieur d'une cuve éloignée des parois de l'enceinte (1) avec des moyens de chargement assurant le maintien en pression ;
- une étape d'injection de vapeur surchauffée dans la boue (5) par l'intermédiaire d'un mélangeur (3) en action proche de la paroi de la cuve la plus éloignée par rapport à la source des micro-ondes comportant des moyens (33) d'injections ;
- une étape de chauffage au coeur de la boue (5) par émission de micro-ondes dans des fréquences comprises entre 400 et 2450 MHz en direction de la cuve, cette étape étant réalisée en mélangeant la boue (5) ;
- une étape d'évacuation des eaux recueillies par condensation et ruissellement sur les parois de l'enceinte vers le fond de l'enceinte (1) par l'intermédiaire d'une vanne (6) communiquant avec l'extérieur.

2. Procédé de séchage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pendant toute la durée du séchage la boue (5) est mélangée avec le mélangeur (3) pour permettre une meilleure homogénéité du séchage, tout en favorisant considérablement la pénétration des micro-ondes dans la matière.

3. Procédé de séchage selon une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** la pression de vapeur d'eau saturante est comprise dans une plage entre 1 bar et 3 bars.

4. Procédé de séchage selon une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** la pression de vapeur d'eau saturante est de 1 bar.

5. Procédé de séchage selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la pression de vapeur surchauffée est comprise entre 1 bar et 5 bars.

6. Procédé de séchage selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la pression de vapeur surchauffée est de 3 bars.

7. Procédé de séchage selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la température de l'enceinte doit être inférieure à la température de la boue (5) pour permettre une évaporation.

8. Procédé de séchage selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'irradiation par les micro-ondes est effectuée lorsque la température de la boue (5) est comprise entre 110°C et 140°C.

9. Procédé de séchage selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'irradiation par les micro-ondes est effectuée lorsque la température de la boue (5) est de 130°C.

10. Dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 9 **caractérisé en ce qu'il** est constitué d'une enceinte (1), comportant une cuve étanche, résistante à la pression et communiquant par au moins une fenêtre (2) en quartz ou toute autre matière convenant aux micro-ondes avec au moins un générateur (22) de micro-ondes, l'enceinte (1) communiquant avec un générateur (32) de vapeur saturante et une arrivée (8) de boue (5) à sécher, un mélangeur (3) comportant des moyens (33) d'injection de vapeur surchauffée disposé dans l'enceinte, une trappe (6) de déchargement des boues séchées.

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte dans sa partie la plus basse orientée vers le sol un orifice (4) permettant d'évacuer par gravité des eaux de ruissellement contrôlé par une vanne (41) d'évacuation ou de réguler la pression interne de l'enceinte.

12. Dispositif selon une des revendications 10 à 11, **caractérisé en ce que** l'enceinte (1) comporte des moyens (203) réfrigérants disposés dans sa partie la plus basse de façon à refroidir sa paroi interne en contact avec l'atmosphère sous pression, les moyens étant disposés de façon à ne refroidir qu'une partie de l'enceinte.

13. Dispositif selon une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** les moyens (203) réfrigérants permettent de refroidir entre la moitié et les $\frac{3}{4}$ de l'enceinte.

14. Dispositif selon une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** le mélangeur (3) est formé d'un tube (31) comportant au moins un élément (35) mélangeur de type pale solidaire de sa périphérie, les moyens (33) d'injection étant disposés sur cet élé-

ment.

15. Dispositif selon une des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce que** le tube (31) est relié à un générateur (32) de vapeur surchauffée, la vapeur produite par le générateur circulant dans le tube (31) pour arriver jusqu'à l'élément (35) mélangeur et ensuite être injectée par les moyens (33) d'injections. 5
16. Dispositif selon une des revendications 10 à 15, **caractérisé en ce que** les moyens (33) d'injection sont formés par des ouvertures formées sur l'élément (35) mélangeur. 10
17. Dispositif selon une des revendications 10 à 16 **caractérisé en ce que** toutes les ouvertures de l'enceinte (1) sont obturables avec des moyens d'obturation assurant les conditions d'étanchéité à la pression et aux micro-ondes. 15
20
18. Dispositif selon une des revendications 10 à 17, **caractérisé en ce que** l'enceinte (1) comporte des moyens (203) réfrigérants permettant de refroidir une partie de sa surface interne pour favoriser la condensation de l'eau évaporer par le traitement de séchage. 25
19. Dispositif selon une des revendications 10 à 18, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins une extrémité obturable par une porte (10) automatique assurant les conditions d'étanchéité à la pression et aux micro-ondes. 30
20. Dispositif selon une des revendications 10 à 19, **caractérisé en ce que** le générateur (22) de micro-ondes communique avec l'enceinte (1) de séchage à travers un coupleur/adaptateur (21) de micro-ondes. 35
21. Dispositif selon les revendications 10 à 20, **caractérisé en ce que** l'enceinte (1) comporte une soupape (12) de sécurité. 40
22. Dispositif selon les revendications 10 à 21, **caractérisé en ce que** la cuve est éloignée des parois de l'enceinte par des supports perforés pour permettre le ruissèlement de l'eau condensée. 45

50

55

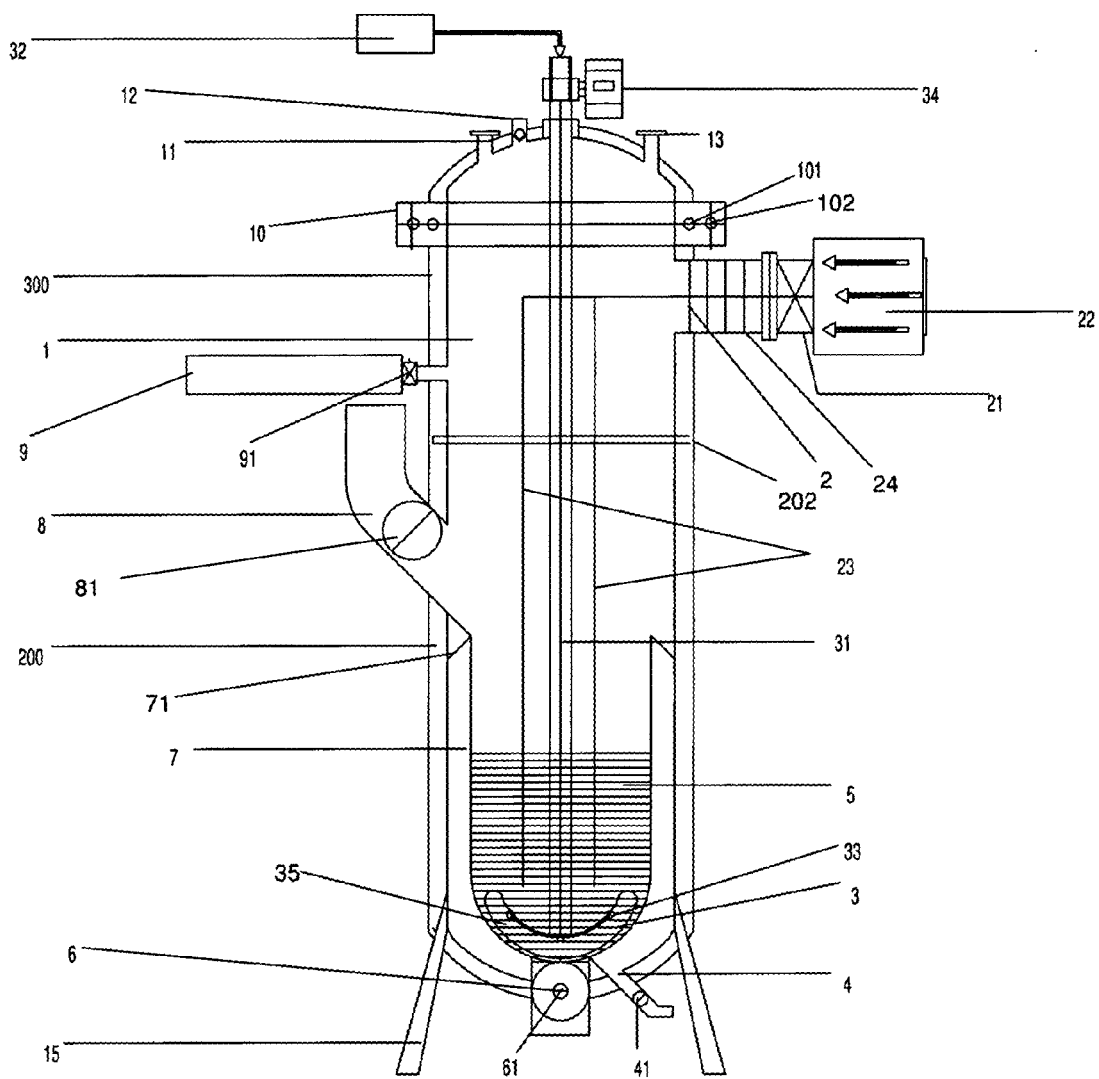


Fig. 1

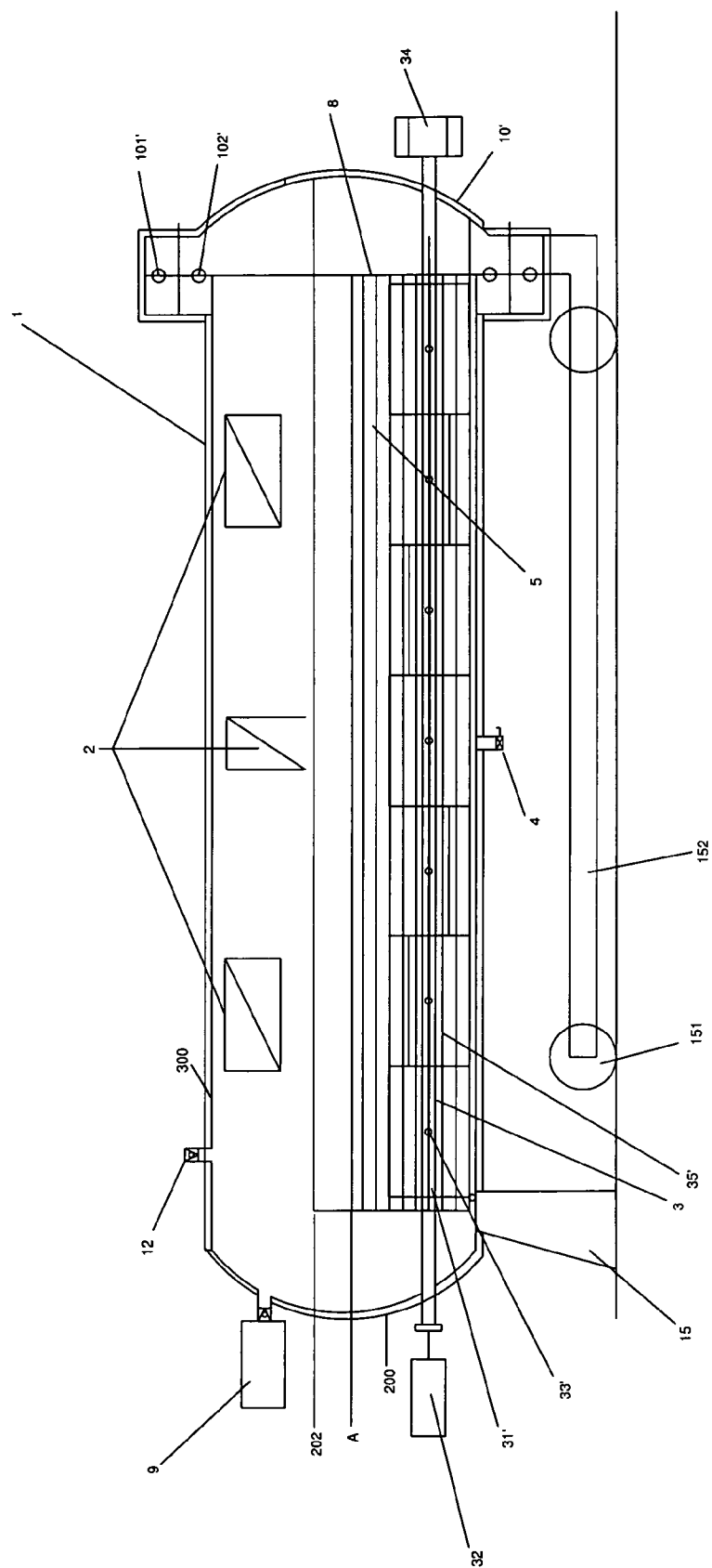


Fig. 2

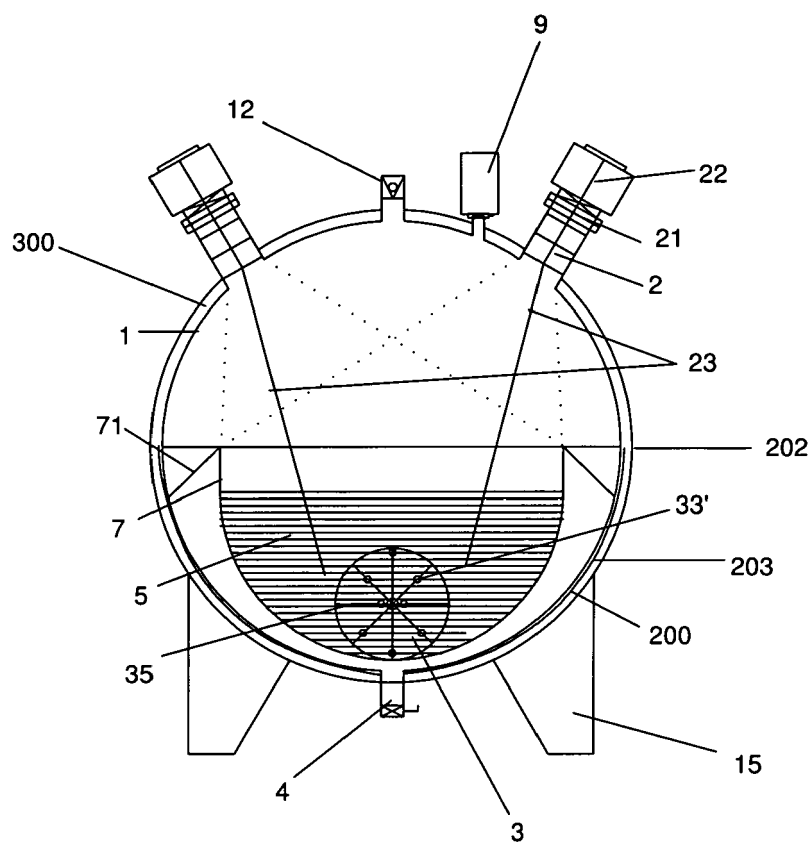


Fig. 3



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 00/52405 A (MILPROC MILJOEPROCESSER AB [SE]; BLOM KNUT [SE]; MICKOS KAJ [SE]) 8 septembre 2000 (2000-09-08) * le document en entier *	1,2,10, 19,20	INV. F26B3/347 F26B7/00 F26B11/12
A	EP 1 156 292 A2 (DOLITTLE AB [SE]) 21 novembre 2001 (2001-11-21) * le document en entier *	1,2,10, 20,22	
A	EP 1 066 837 A (KATSCHNIG HELMUT [AT]) 10 janvier 2001 (2001-01-10) * le document en entier *	1,10,11, 17,19-22	
A	WO 90/15515 A (MOSHAMMER WOLFGANG [AT]; BERGER ERWIN [AT]; FREISSMUTH JOHANN [AT]) 13 décembre 1990 (1990-12-13) * le document en entier *	1,10,17, 19	
A	EP 0 408 946 A2 (LLOYD WERFT BREMERHAVEN GMBH [DE]; VETCO SANITEC GMBH [DE]) 23 janvier 1991 (1991-01-23) * le document en entier *	1,2,10, 17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	EP 1 248 059 A (VALEURS BOIS IND [FR]) 9 octobre 2002 (2002-10-09) * le document en entier *	1,3,10, 11,17, 19-21	F26B
A	FR 2 359 633 A1 (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK [GB]) 24 février 1978 (1978-02-24) * le document en entier *	1,10	
A	EP 0 599 259 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 1 juin 1994 (1994-06-01) * le document en entier *	10-12, 18,22	
-/--			
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 15 août 2007	Examineur Silvis, Henk
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 0 505 586 A1 (BRUNNER REINHARD [DE]) 30 septembre 1992 (1992-09-30) * le document en entier *	10,12, 13,18,22	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	EP 0 606 810 A1 (COMESSA SA [FR]) 20 juillet 1994 (1994-07-20) * le document en entier *	14-16	
A	JP 02 040281 A (HIKOMA SEISAKUSHO KK) 9 février 1990 (1990-02-09) * abrégé *	14-16	
A	US 4 882 851 A (WENNERSTRUM SCOTT [US] ET AL) 28 novembre 1989 (1989-11-28)		
A	EP 1 224 946 A (LINN HIGH TERM GMBH [DE]; RUDOLF OHLINGER GMBH & CO KG [DE]) 24 juillet 2002 (2002-07-24)		
A	FR 2 647 103 A1 (LATAILLADE MAURICE [FR]) 23 novembre 1990 (1990-11-23)		
A	JP 52 140964 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 24 novembre 1977 (1977-11-24)		
A	WO 2004/113812 A (AMUT SPA [IT]; MILANI ANTONIO [IT]; PARODI FABRIZIO [IT]) 29 décembre 2004 (2004-12-29)		
A	EP 0 619 149 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 12 octobre 1994 (1994-10-12)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 15 août 2007	Examineur Silvis, Henk
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 07 29 0491

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-08-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0052405	A	08-09-2000	AU 3578700 A	21-09-2000
			EP 1157250 A1	28-11-2001
			NO 20014005 A	31-10-2001
			SE 518999 C2	17-12-2002
			SE 9900723 A	02-09-2000
EP 1156292	A2	21-11-2001	SE 520713 C2	12-08-2003
EP 1066837	A	10-01-2001	AT 407959 B	25-07-2001
			AT 117999 A	15-12-2000
			AT 354379 T	15-03-2007
			US 6524539 B1	25-02-2003
WO 9015515	A	13-12-1990	AT 89975 T	15-06-1993
			EP 0476004 A1	25-03-1992
			JP 1813781 C	18-01-1994
			JP 3030288 A	08-02-1991
			JP 5009915 B	08-02-1993
			PT 94279 A	31-12-1991
			US 5122633 A	16-06-1992
EP 0408946	A2	23-01-1991	CA 2021411 A1	20-01-1991
			DE 3923841 A1	24-01-1991
EP 1248059	A	09-10-2002	SI 1027567 T1	28-02-2003
FR 2359633	A1	24-02-1978	DE 2734147 A1	02-02-1978
			GB 1589466 A	13-05-1981
			JP 1478069 C	27-01-1989
			JP 53017572 A	17-02-1978
			JP 63017494 B	14-04-1988
			US 4490287 A	25-12-1984
			US 4221680 A	09-09-1980
EP 0599259	A1	01-06-1994	DE 69314430 D1	13-11-1997
			DE 69314430 T2	19-02-1998
			JP 2798569 B2	17-09-1998
			JP 6159935 A	07-06-1994
			US 5477623 A	26-12-1995
EP 0505586	A1	30-09-1992	AT 129803 T	15-11-1995
			CA 2063768 A1	24-09-1992
			DE 4208913 A1	24-09-1992
			DE 9203725 U1	16-07-1992
			DE 59106827 D1	07-12-1995
			DK 505586 T3	04-03-1996

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 07 29 0491

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-08-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0505586	A1		ES 2082027 T3 US 5228209 A	16-03-1996 20-07-1993
EP 0606810	A1	20-07-1994	AT 126880 T DE 69300398 D1 DE 69300398 T2	15-09-1995 28-09-1995 25-04-1996
JP 2040281	A	09-02-1990	JP 1904830 C JP 6032807 B	08-02-1995 02-05-1994
US 4882851	A	28-11-1989	AUCUN	
EP 1224946	A	24-07-2002	DE 10101980 A1	01-08-2002
FR 2647103	A1	23-11-1990	AUCUN	
JP 52140964	A	24-11-1977	AUCUN	
WO 2004113812	A	29-12-2004	AUCUN	
EP 0619149	A1	12-10-1994	DE 69413283 D1 DE 69413283 T2 ES 2125365 T3 US 5634600 A	22-10-1998 25-02-1999 01-03-1999 03-06-1997

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2115951 [0008]