



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.04.2005 Bulletin 2005/16

(51) Int Cl.7: B03C 1/30, B03C 1/28

(21) Numéro de dépôt: 04292383.9

(22) Date de dépôt: 07.10.2004

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

(72) Inventeurs:
• Gladkov, Serguei
54000 Nancy (FR)
• Polo, Valerio
54400 Longwy (FR)

(30) Priorité: 15.10.2003 FR 0312030

(74) Mandataire: Texier, Christian et al
Cabinet Régimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris cedex 17 (FR)

(71) Demandeur: Etablissements Raoul Lenoir
54400 Cosnes et Romain (FR)

(54) Séparateur magnétique

(57) La présente invention concerne un séparateur magnétique.

Une alternance d'aimants permanents (32) parcourt une trajectoire horizontale déterminée en créant un champ magnétique vers l'intérieur de cette trajectoire, en particulier à l'intérieur d'un canal (39) longeant

celle-ci, dans lequel circule le fluide charriant les particules à séparer.

Le canal (39) peut être fermé de façon étanche au fluide charriant les particules à séparer, ce qui permet de réaliser la séparation non seulement en voie humide mais également en voie sèche.

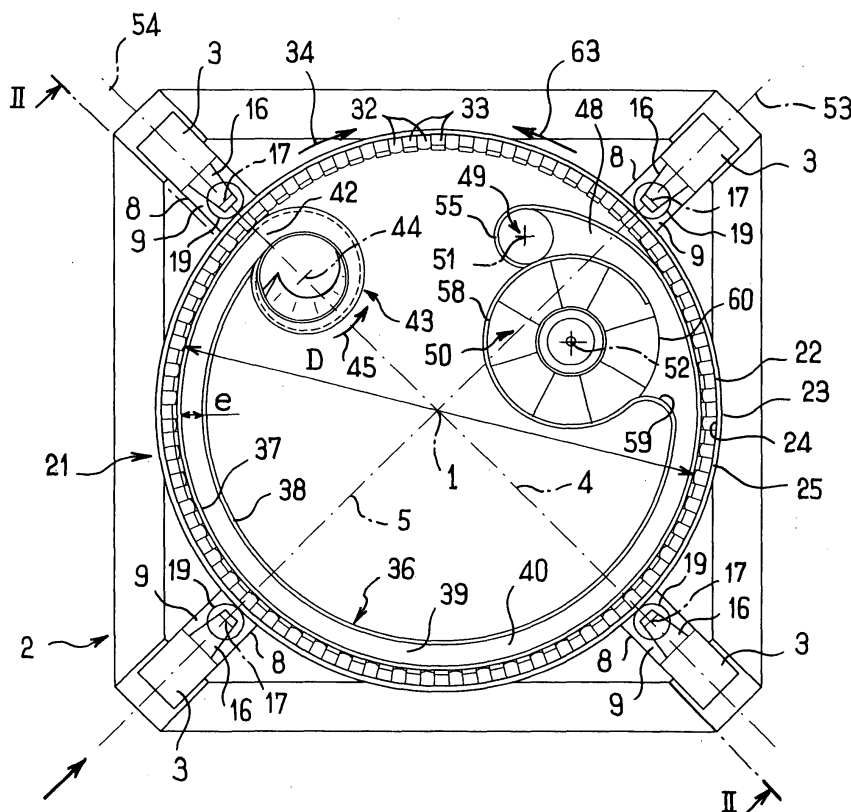


FIG. 1

Description

[0001] La présente invention concerne un séparateur magnétique, du type comportant :

- un bâti,
- des moyens de canalisation, portés par le bâti, pour définir un circuit d'écoulement pour un fluide entre une entrée de fluide chargé de produit particulaire contenant, en mélange, des particules magnétiques et des particules non magnétiques et des sorties respectivement pour le fluide chargé de particules non magnétiques et pour les particules magnétiques, et
- des moyens d'attraction magnétique, portés par le bâti, pour soumettre le fluide et le produit particulaire à un champ magnétique, de la proximité immédiate de ladite entrée à la proximité immédiate des dites sorties.

[0002] Dans leurs modes de réalisation actuellement connus, de tels séparateurs sont utilisés pour travailler en voie humide, c'est-à-dire sur des pulpes composées d'un liquide chargé de produit particulaire contenant, en mélange, des particules magnétiques et des particules non magnétiques que l'on souhaite séparer les unes des autres, et mettent en oeuvre à cet effet un champ magnétique à basse intensité.

[0003] De tels séparateurs magnétiques basse intensité en voie humide sont principalement utilisés :

- en enrichissement de minerais de fer à base de magnétite ou de pyrotite et autres minéraux magnétiques,
- en purification et épuration de minerais pollués par des produits magnétiques,
- en récupération de magnétite ou de ferrosilicium dans les ateliers de traitement en milieu dense.

[0004] Dans leurs modes de réalisation actuellement connus, ces séparateurs magnétiques comportent une cuve ouverte à l'air libre, dans laquelle la pulpe circule entre une entrée de pulpe à traiter, c'est-à-dire de liquide charriant en mélange des particules magnétiques et des particules non magnétiques, et une sortie de pulpe traitée, c'est-à-dire de liquide pour l'essentiel déchargé des particules magnétiques et ne charriant plus pour l'essentiel que les particules non magnétiques. Au-dessus de la cuve est montée, à la rotation autour d'un axe horizontal par rapport à celle-ci, une virole en matériau non magnétique dont la partie inférieure baigne dans la pulpe, à l'intérieur de la cuve, et que des moyens moteurs entraînent en rotation, selon les cas, dans un sens tel qu'elle se déplace dans le même sens que la pulpe à l'intérieur de la cuve ou en sens contraire. A l'intérieur de la partie inférieure de la virole est montée, de façon fixe par rapport à la cuve, une alternance circconférentielle d'aimants permanents et de pièces polaires dans

lesquelles ces aimants permanents créent des polarités magnétiques alternativement opposées, de telle sorte que se développent entre pièces polaires voisines des lignes de champ qui traversent la virole et tendent à plaquer sur celle-ci les particules magnétiques initialement contenues dans la pulpe. Ces particules se séparent ainsi de la pulpe et la virole les entraîne alors, par friction, dans son mouvement de rotation. La position angulaire de l'alternance d'aimants permanents et de pièces polaires, à l'intérieur de la virole, est telle que les particules magnétiques restent soumises à l'action du champ magnétique jusqu'à ce qu'elles soient entraînées par la virole hors de la pulpe, après quoi l'attraction magnétique cesse et les particules magnétiques tombent par gravité ainsi que sous l'action de la force centrifuge dans une trémie vers laquelle elles sont guidées par un déflecteur approprié.

[0005] De tels séparateurs magnétiques à basse intensité, en voie humide, présentent l'avantage d'offrir un taux élevé de récupération de particules magnétiques en dégrossissage, ainsi qu'un taux d'épuration optimal en traitement de finition tout en autorisant des débits d'alimentation en pulpe élevés. Typiquement, à titre d'exemple non limitatif, ils permettent le traitement de pulpes contenant de 20 à 30% de solides en masse, avec une granulométrie de ces solides comprise entre quelques dizaines de micromètres et 5 à 6 millimètres.

[0006] Cependant, s'ils sont tout à fait appropriés au traitement de produits se présentant déjà sous forme de pulpe, par exemple en raison de traitements qu'ils ont préalablement subis, ils nécessitent la préparation préalable d'une pulpe, par mise en suspension dans de l'eau ou dans d'autres liquides, si l'on désire les utiliser pour le traitement de produits se présentant initialement à sec, ce qui représente une contrainte qui en limite l'utilisation.

[0007] En cherchant à développer les possibilités d'application des séparateurs magnétiques à basse intensité, la Demanderesse a été amenée à s'écarter totalement des conceptions connues, et à créer un séparateur magnétique, du type indiqué en préambule, qui se caractérise en ce que :

- les moyens de canalisation comportent deux parois verticales et incurvées de façon à présenter une forme convexe d'un côté et concave de l'autre côté lorsqu'elles sont vues en plan, présentant sensiblement une même hauteur uniforme et une même position suivant une direction verticale, à raison d'une paroi extérieure et d'une paroi intérieure longeant, par son côté convexe, la paroi extérieure, par son côté concave, en respectant un espacement continu par rapport à celle-ci, et un fond plat et horizontal, raccordant mutuellement les parois intérieure et extérieure dans une zone d'extrémité inférieure respective pour délimiter avec elles un canal d'écoulement horizontal incurvé, convexe du côté de la paroi extérieure et concave du côté de la paroi intérieure

lorsqu'il est vu en plan, les parois intérieure et extérieure et le fond étant fixes par rapport au bâti, réalisés en matériau non magnétique et étanches audit fluide,

- l'entrée de fluide chargé de produit particulaire comporte un distributeur d'entrée situé immédiatement en amont dudit canal en référence à un sens horizontal déterminé de parcours de celui-ci et raccordé, de façon étanche audit fluide, d'une part audit canal, dans une zone d'extrémité amont de celui-ci en référence audit sens de parcours et d'autre part à une conduite d'alimentation en fluide chargé de produit particulaire,
- la sortie pour les particules magnétiques comporte un premier collecteur de sortie situé immédiatement en aval dudit canal en référence audit sens de parcours et raccordé, de façon étanche audit fluide, d'une part audit canal, dans une zone d'extrémité aval de celui-ci en référence audit sens de parcours, et d'autre part à des moyens de collecte des particules magnétiques, dans une zone d'extrémité inférieure, et
- la sortie pour le fluide chargé de particules non magnétiques comporte un deuxième collecteur vertical de sortie, décalé par rapport à la paroi intérieure, du côté concave de celle-ci, dans ladite zone d'extrémité aval dudit canal, et raccordé, de façon étanche audit fluide, d'une part audit canal, immédiatement en amont du premier collecteur en référence audit sens de parcours, et d'autre part à une conduite de reprise de fluide chargé de particules non magnétiques, et
- les moyens d'attraction magnétique longent la paroi extérieure par son côté convexe, à l'extérieur du canal, sensiblement sur ladite hauteur, sensiblement du distributeur d'entrée au deuxième collecteur de sortie en référence audit sens de parcours.

[0008] On observera que, dans un séparateur magnétique selon l'invention, ce n'est plus la pulpe en circulation qui entoure les moyens d'attraction magnétique destinés à attirer les particules magnétiques, mais ces moyens d'attraction magnétique qui entourent la pulpe en circulation, en ajoutant leurs effets sur les particules magnétiques à ceux de la force centrifuge qui s'exerce en particulier sur celles-ci. Ainsi, dans un séparateur magnétique selon l'invention, le champ magnétique et la force centrifuge se conjuguent pour favoriser la séparation des particules magnétiques, ce qui permet de regrouper sur la paroi extérieure du canal une proportion accrue de ces dernières, afin de les acheminer vers la sortie pour les particules magnétiques, en les faisant glisser ou rouler sur cette paroi extérieure du canal.

[0009] Bien plus, dans un séparateur selon l'invention, la gravité qui s'exerce sur les particules magnétiques, en particulier, n'agit pas à l'encontre de la force qu'exerce le champ magnétique mais, au contraire, tend à ramener naturellement les particules magnétiques sé-

parées vers le bas et vers la sortie qui leur est affectée.

[0010] Ainsi, lorsque les moyens d'attraction magnétique sont choisis de façon à créer un champ magnétique à basse intensité comme dans l'Art antérieur, un séparateur magnétique selon l'invention présente des performances encore meilleures que celles des séparateurs magnétiques à basse intensité de l'Art antérieur, à encombrement équivalent, voire inférieur. Bien plus, il est possible de donner à l'espacement mutuel des parois intérieure et extérieure du canal une valeur suffisamment faible pour être compatible avec le choix de moyens d'attraction magnétique propres à créer un champ magnétique à haute intensité, dont la configuration est plus courte que celle d'un champ magnétique à basse intensité, tout en conservant une efficacité suffisante du champ magnétique ainsi créé sur la totalité de l'espacement entre les deux parois, c'est-à-dire de la largeur du canal.

[0011] A performances équivalentes, on peut encore réduire l'encombrement d'un séparateur magnétique selon l'invention si, selon un mode de réalisation préféré de celui-ci, le distributeur et/ou le premier collecteur de sortie et/ou le deuxième collecteur de sortie sont verticaux et s'étendent sensiblement sur la totalité de ladite hauteur ; de préférence, il en est ainsi à la fois du distributeur d'entrée et de chacun des premier et deuxième collecteurs de sortie. Ainsi, le fluide et les particules qu'il charrie se répartissent sans turbulences sur la totalité de la hauteur du canal dès leur entrée dans celui-ci et jusqu'à leur sortie de celui-ci, ce qui permet au champ magnétique d'exercer son action, sans perturbations, sur la quasi-totalité de cette hauteur même en début et en fin de parcours du canal par le fluide et les particules.

[0012] Bien plus, on peut avantageusement prévoir que le distributeur d'entrée soit de type cyclonique, ce qui permet d'imprimer au produit particulaire une force centrifuge qui vient le plaquer contre la paroi extérieure du canal dès son arrivée dans celui-ci, c'est-à-dire de soumettre dès son arrivée dans ce canal les particules magnétiques qu'il contient à la force exercée par le champ magnétique.

[0013] En outre, un séparateur magnétique selon l'invention offre des possibilités inconnues dans l'Art antérieur en ce qui concerne le fluide utilisé pour charrier les produits particuliers à séparer.

[0014] En effet, dans un séparateur magnétique selon l'invention, il est possible que les moyens de canalisation comportent en outre un couvercle étanche audit fluide, en matériau non magnétique, plat et horizontal, raccordant mutuellement les parois intérieure et extérieure dans une zone d'extrémité supérieure respective, pour fermer le canal de façon étanche audit fluide entre ladite entrée et lesdites sorties.

[0015] En d'autres termes, un séparateur magnétique selon l'invention se prête à une réalisation des moyens de canalisation sous forme totalement étanche au fluide en question et, en particulier, permet d'utiliser comme fluide aussi bien un gaz ou mélange gazeux qu'un liqui-

de, de pratiquer la séparation alors que le fluide se trouve en surpression par rapport à l'air ambiant ou en dépression par rapport à celui-ci aussi bien qu'à la pression ambiante, et de travailler avec des fluides toxiques aussi bien qu'avec des fluides inoffensifs.

[0016] Naturellement, les positions respectives de la conduite d'alimentation et de la conduite de reprise doivent être adaptées à la nature du fluide charriant le produit particulière à séparer.

[0017] Ainsi, lorsque celui-ci a une tendance naturelle à monter, comme c'est le cas le plus fréquent d'un gaz ou d'un mélange gazeux, par exemple lorsqu'il s'agit de traiter des fumées, on prévoit non seulement que le canal d'évolution du fluide chargé soit couvert de façon étanche comme on l'a indiqué précédemment, mais également que la conduite d'alimentation et la conduite de reprise débouchent respectivement dans une zone d'extrémité inférieure du distributeur d'entrée et dans une zone d'extrémité supérieure du deuxième collecteur de sortie.

[0018] Lorsque, par contre, le fluide charriant le produit particulière à séparer a une tendance naturelle à s'écouler vers le bas, comme c'est le cas le plus fréquent des liquides, on peut prévoir ou non une couverture étanche du canal, bien qu'une telle couverture étanche reste préférée dans un tel cas, même lorsqu'il s'agit simplement d'éviter un débordement du fluide, mais on prévoit que la conduite d'alimentation et la conduite de reprise débouchent respectivement dans une zone d'extrémité supérieure du distributeur d'entrée et dans une zone d'extrémité inférieure du deuxième collecteur de sortie.

[0019] On pourrait envisager que, comme dans les séparateurs à basse intensité de l'Art antérieur, les moyens d'attraction magnétique soient stationnaires par rapport au bâti, et que seul l'écoulement du fluide provoque l'acheminement des particules magnétiques, le long de la paroi extérieure, jusqu'au collecteur de sortie correspondant.

[0020] Cependant, pour éviter tout risque d'accumulation de particules magnétiques dans le canal, dans des zones de la paroi extérieure correspondant aux gradients les plus élevés de champ magnétique, on préfère un mode de réalisation selon lequel les moyens d'attraction magnétique comportent des moyens pour guider par rapport au bâti, suivant une trajectoire horizontale fermée dont une partie longe la paroi extérieure par son côté convexe, une alternance continue et régulière, en référence à une direction circonférentielle de ladite trajectoire, d'aimants permanents verticaux présentant sensiblement ladite hauteur uniforme et ladite position uniforme suivant une direction verticale, deux aimants permanents voisins suivant la direction circonférentielle présentant des aimantations de même direction et de sens opposé de façon à créer ledit champ magnétique à l'intérieur de ladite trajectoire, et des moyens pour entraîner ladite alternance d'aimants permanents en continu, suivant ladite trajectoire, dans un sens d'entraîne-

ment déterminé de ladite direction circonférentielle par rapport au bâti.

[0021] De façon tout à fait surprenante, on a pu constater aux essais d'un prototype de séparateur magnétique selon l'invention que le sens d'entraînement de l'alternance d'aimants permanents suivant leur trajectoire peut non seulement coïncider avec le sens de parcours du canal pour le fluide chargé de particules, ce qui semble convenir plus particulièrement au cas de faibles vitesses de déplacement de l'alternance d'aimants permanents et d'une séparation à basse intensité magnétique, mais également être opposé à ce sens de parcours, ce qui semble convenir plus particulièrement au cas de vitesses de déplacement élevées de l'alternance d'aimants permanents et d'une séparation à plus haute intensité magnétique, mais ces indications n'ont aucun caractère limitatif.

[0022] L'agencement des aimants permanents pour créer le champ magnétique requis dans chaque cas peut être librement choisi. En particulier, les aimants peuvent présenter une aimantation de direction circonférentielle, en référence à la trajectoire qu'ils accomplissent, et deux aimants voisins circonférentiellement, aimantés en des sens opposés, être séparés l'un de l'autre par une pièce polaire de telle sorte que ce soit l'alternance circonférentielle de pièces polaires de polarités opposées qui crée vers l'intérieur du canal des lignes de champ magnétique, d'une façon connue en elle-même dans le cas des séparateurs magnétiques à basse intensité de l'Art antérieur. On préfère cependant que les aimants permanents présentent des aimantations de direction perpendiculaire à ladite trajectoire et que deux aimants permanents voisins suivant ladite direction circonférentielle soient reliés magnétiquement entre eux, à l'extérieur de ladite trajectoire, par des moyens formant culasse et créent ainsi directement entre eux les lignes de champ vers l'intérieur du canal.

[0023] La trajectoire suivie par l'alternance d'aimants permanents peut présenter toute forme souhaitée, mais le choix d'une forme circulaire pour cette trajectoire se prête à un mode de réalisation particulièrement simple du séparateur selon l'invention, ce mode de réalisation étant caractérisé en ce que :

- les moyens pour guider, par rapport au bâti, ladite alternance d'aimants permanents comportent une virole cylindrique de révolution autour d'un axe vertical du bâti, portant solidairement, vers l'axe, ladite alternance d'aimants permanents, et des moyens de guidage de la virole à la rotation autour de l'axe par rapport au bâti,
- les moyens pour entraîner ladite alternance d'aimants permanents comportent des moyens pour entraîner la virole en rotation autour de l'axe par rapport au bâti, et
- les parois intérieure et extérieure présentent la forme de parties de cylindres de révolution autour de l'axe.

[0024] Naturellement, lorsque l'aimantation des aimants permanents est orientée perpendiculairement à leur trajectoire, c'est-à-dire dans ce cas radialement en référence à l'axe de rotation de la virole par rapport au bâti, cette virole constitue avantageusement la culasse assurant la liaison magnétique entre aimants permanents voisins à l'extérieur de leur trajectoire.

[0025] En outre, un séparateur selon l'invention dont les aimants permanents créant le champ magnétique se déplacent le long du canal d'écoulement du fluide chargé de particules peut présenter une compacité et une efficacité d'autant plus grande que l'on peut donner à la paroi extérieure du canal, c'est-à-dire à la trajectoire que le fluide chargé accomplit entre son entrée et sa sortie en étant soumis à l'action du champ magnétique, une longueur très proche de celle de la trajectoire de l'alternance d'aimants permanents. Ainsi, dans le cas d'une trajectoire circulaire des aimants permanents, la paroi extérieure présente de préférence, en référence à l'axe, une dimension angulaire supérieure à 180°, de préférence de l'ordre de 270°, étant entendu qu'il y a lieu de garder un certain développement angulaire disponible pour l'entrée et les sorties. En d'autres termes, un séparateur magnétique selon l'invention permet de soumettre le fluide et le produit particulaire qu'il charrie à l'action du champ magnétique sur une distance beaucoup plus importante que dans les séparateurs de l'Art antérieur, à dimensions comparables.

[0026] Pour faciliter la chute des particules magnétiques séparées, lorsqu'elles parviennent à proximité immédiate de la sortie spécifiquement prévue pour elles, on prévoit de préférence que la paroi extérieure s'infléchisse progressivement dans ledit sens de parcours par le fluide chargé de particules, du côté concave de cette paroi, c'est-à-dire vers l'intérieur de ladite trajectoire dans le mode de réalisation préféré, précité, du séparateur selon l'invention, à partir du deuxième collecteur de sortie et jusqu'au premier collecteur de sortie, c'est-à-dire à partir du collecteur de sortie prévu pour le mélange de fluide et de particules non magnétiques et jusqu'au collecteur prévu pour la sortie des particules magnétiques. Ainsi, dès le deuxième collecteur de sortie franchi, les particules magnétiques séparées échappent progressivement au champ magnétique et l'action de la gravité devient progressivement prépondérante sur les frottements que la force exercée par le champ magnétique impose aux particules magnétiques, sur la paroi extérieure, et c'est naturellement que les particules magnétiques se rassemblent dans le premier collecteur de sortie, prévu spécifiquement pour les recueillir.

[0027] On prévoit de préférence que la paroi intérieure s'infléchisse également progressivement dans ledit sens de parcours, du côté concave de cette paroi, c'est-à-dire vers l'intérieur de ladite trajectoire dans le cas du mode de réalisation préféré précité, à partir du deuxième collecteur de sortie et jusqu'au premier collecteur de sortie.

[0028] Ainsi, les particules magnétiques sont mieux

guidées vers le premier collecteur de sortie, prévu pour elles, et la paroi intérieure peut avantageusement être prévue pour séparer l'un de l'autre les premier et deuxième collecteurs de sortie.

[0029] Certes, une certaine quantité de pulpe chargée de particules non magnétiques ne s'engage pas dans le deuxième collecteur de sortie, prévu à cet effet, et parvient jusqu'au premier collecteur de sortie en mélange avec les particules magnétiques, mais des essais pratiqués en laboratoire, sur un prototype de séparateur magnétique selon l'invention, ont permis de démontrer que celui-ci permettait, dans le traitement du fluide de coupe de centre d'usinage à haute vitesse, contenant du fer d'usure ultrafin, de récupérer jusqu'à plus de 80% de la fraction magnétique du produit particulaire traité.

[0030] Compte tenu de ce que le volume des particules magnétiques contenues dans un volume déterminé de fluide chargé de particules non magnétiques et de particules magnétiques représente généralement une faible proportion, on peut prévoir les moyens de collecte des particules magnétiques sous une forme particulièrement simple, comportant un puits fermé par un tampon amovible dans une zone d'extrémité inférieure, que l'on ouvre périodiquement pour en extraire les particules magnétiques séparées, au prix d'une faible perte de fluide chargé en particules non magnétiques, mais des moyens de collecte différents, mettant en oeuvre par exemple des puits munis de sas à ouverture et fermeture cycliques, pourraient être prévus sans que l'on sorte du cadre de la présente invention.

[0031] D'autres caractéristiques et avantages d'un séparateur magnétique conforme à la présente invention ressortiront de la suite de la description, relative à un exemple non limitatif de réalisation, ainsi que des dessins annexés qui accompagnent cette description.

[0032] La figure 1 montre une vue de dessus d'un séparateur magnétique conforme à la présente invention, démunie du couvercle du canal si un tel couvercle est prévu, comme il est préféré.

[0033] La figure 2 montre une vue de ce séparateur en partie en coupe par des plans verticaux repérés en II-II à la figure 1 (bâti et virole portant dans ce cas l'alternance d'aimants permanents), et pour partie en élévation latérale dans un sens perpendiculaire à ces plans, repéré par une flèche non identifiée à la figure 1 (canal pour le fluide chargé, avec son distributeur d'entrée et ses deux collecteurs de sortie).

[0034] Ces figures illustrent un mode de réalisation actuellement préféré, en raison de sa grande simplicité et de la possibilité qu'il offre de répondre à la plupart des besoins, mais d'autres modes de réalisation pourraient être choisis par un Homme du métier, sans sortir pour autant du cadre de la présente invention, en particulier pour répondre à des besoins spécifiques.

[0035] Dans ce mode de réalisation, le séparateur selon l'invention présente une symétrie générale de révolution autour d'un axe vertical 1 lorsqu'il est en position d'utilisation.

[0036] Il comporte en particulier un bâti 2 comportant quatre colonnes verticales 3 qui sont régulièrement réparties angulairement autour de l'axe 1 et équidistantes de celui-ci. Ces colonnes 3 se correspondent par paire de deux colonnes mutuellement symétriques par rapport à l'axe 1 et disposées suivant un même plan moyen vertical, les plans moyens verticaux 4 et 5 correspondant aux deux paires de colonnes 3 se coupant à angle droit le long de l'axe 1.

[0037] Plus près d'une extrémité inférieure respective 6 que d'une extrémité supérieure respective 7, chaque colonne 3 porte solidairement, en saillie vers l'axe 1, une console respective 8 en porte-à-faux, présentant une face supérieure respective 9 plane et horizontale, les faces 9 des consoles 8 correspondant aux quatre colonnes 3 étant mutuellement coplanaires.

[0038] Chacune des faces supérieures 9 porte en saillie vers le haut, par l'intermédiaire d'une chape respective 10, un galet respectif 11 monté à la rotation, par rapport à la chape 10 respectivement correspondante, autour d'un axe 12 horizontal du plan moyen respectivement correspondant 4, 5, les axes 12 se coupant ainsi perpendiculairement sur l'axe 1. Les quatre galets 11 sont mutuellement identiques et trois d'entre eux sont montés libre à la rotation autour de leur axe 12 par rapport à la chape 10 correspondante, alors que le quatrième galet 11 est lié cinématiquement à des moyens d'entraînement en rotation autour de son axe 12, dans un sens déterminé, par rapport à la chape 10, ces moyens comportant par exemple un moteur électrique 13 monté dans la colonne 3 correspondante.

[0039] En raison de l'identité entre les différents galets 11 et de la position de leurs axes 12 dans un même plan géométrique horizontal, leurs génératrices supérieures sont également placées dans un même plan géométrique horizontal 14.

[0040] Au-dessus de ce plan géométrique 14, et plus précisément entre celui-ci et son extrémité supérieure 7, chacune des colonnes 3 porte solidairement deux chapes 15, 16 qui sont situées suivant le plan moyen respectif 4, 5, respectivement plus près du plan 14 que de l'extrémité supérieure 7 et plus près de l'extrémité supérieure 7 que du plan 14. Ces deux chapes 15 et 16 portent, à la rotation libre autour d'un même axe vertical 17, un galet respectif 18, 19.

[0041] Les axes 17 correspondant aux différentes colonnes 3 sont situés sur un même cylindre géométrique, de révolution autour de l'axe 1, et les galets 18, 19 sont identiques d'une colonne 3 à l'autre, si bien que leurs génératrices les plus proches de l'axe 1 sont situées suivant un même cylindre géométrique 20, de révolution autour de cet axe 1. De préférence, les galets 18 correspondant aux quatre colonnes 3 sont situés à un même niveau, de même que les galets 19 correspondant à ces quatre colonnes 3.

[0042] Les galets 11, 18, 19 ont pour fonction d'assurer le guidage et, en ce qui concerne le galet 11 associé au moteur 13, l'entraînement d'une virole 21, en maté-

riau ferromagnétique tel que de l'acier, à la rotation autour de l'axe 1 par rapport au bâti 2.

[0043] A cet effet, la virole 21 présente une paroi tubulaire 22 cylindrique de révolution autour de l'axe 1, c'est-à-dire délimitée, respectivement dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci et dans le sens d'un rapprochement par rapport à celui-ci, par une face périphérique extérieure 23 et par une face périphérique intérieure 24, l'une et l'autre cylindriques de révolution autour de cet axe 1.

[0044] En référence à cet axe 1, la face périphérique extérieure 23 présente un diamètre identique à celui du cylindre géométrique 20 alors que, parallèlement à cet axe 1, elle présente une hauteur non référencée supérieure à la distance verticale séparant du plan 14 les galets 19 les plus proches des extrémités supérieures 7 des colonnes 3.

[0045] Vers le haut, la paroi 22 présente un bord supérieur libre 25 plan, horizontal alors que vers le bas, elle se raccorde solidairement, par un bord inférieur 26 également plan et horizontal, à un rebord annulaire 27, de révolution autour de l'axe 1, délimité respectivement vers le haut et vers le bas par une face plane, horizontale 28, 29, et vers l'axe 1 par une face périphérique intérieure 30 cylindrique de révolution autour de cet axe 1 avec un diamètre non référencé inférieur à celui de la face périphérique intérieure 24 de la paroi 22, bien que proche du diamètre de cette face périphérique intérieure 24.

[0046] Les galets 11 des consoles 8 sont situés entre le cylindre géométrique 20 et un cylindre géométrique 31 suivant lequel est disposée la face périphérique intérieure 30 du rebord 27 qui, ainsi, repose vers le bas, par sa face inférieure 29, sur les génératrices supérieures des quatre galets 11, suivant le plan géométrique 14, alors que la face périphérique extérieure 23 de la paroi 22 de la virole 21 prend appui, dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 1, sur les génératrices des galets 18 et 19 les plus proches de l'axe 1, suivant le cylindre géométrique 20.

[0047] Vers l'axe 1, la face périphérique intérieure 24 de la paroi 22 de la virole 21 porte solidairement une alternance circonférentielle régulière d'aimants permanents 32 et d'entretoises 33 en matériau non magnétique tel que du PVC, présentant la forme respective de baguettes verticales. Deux aimants permanents 32 voisins en direction circonférentielle présentent des aimantations respectives de direction radiale mais de sens opposés de façon à présenter vers l'axe 1 des polarités opposées, si bien que des lignes de champ magnétique non représentées se développent entre eux d'une part vers l'intérieur de la virole 21, c'est-à-dire vers l'axe 1 et d'autre part dans la paroi 22 de la virole 21, jouant ainsi le rôle d'une culasse reliant magnétiquement, deux à deux, les aimants permanents 32 circonférentiellement voisins. Compte tenu de l'alternance circonférentielle d'aimants permanents 32 présentant vers l'axe 1 des polarités opposées s'étendant circonférentiellement sur

la totalité de la paroi 22 de la virole 21, des lignes de champ de sens circonférentiels opposés alternent ainsi circonférentiellement, vers l'intérieur de la virole 21, en formant un champ magnétique continu circonférentiellement. Il s'agit en l'espèce d'un champ magnétique à basse intensité, à savoir d'une intensité comprise entre environ 800 à 1800 gauss à une distance de l'ordre de 50 mm à 25 mm des aimants permanents 32, suivant une direction radiale en référence à l'axe 1, ces chiffres n'étant indiqués qu'à titre d'exemple non limitatif, d'autant plus qu'un séparateur selon l'invention est compatible avec l'utilisation de champs magnétiques d'intensité supérieure.

[0048] En direction verticale, les aimants permanents 32 et entretoises 33 présentent une même hauteur H, par exemple de l'ordre de 44 cm, également inférieure à la hauteur de la paroi 22 mesurée entre ses bords supérieurs 25 et inférieurs 26, et leur position est identique, chacun d'entre eux présentant une extrémité inférieure non référencée à proximité immédiate de la face supérieure 28 du rebord 27 et une extrémité supérieure non référencée à une faible distance en dessous du bord supérieur 25 de la paroi 22. Pour des raisons de fabrication, en fonction de la valeur de la hauteur H, chaque aimant permanent 32 peut être constitué par un alignement bout à bout, parallèlement à l'axe 1, d'aimants permanents élémentaires d'une hauteur respective correspondant à une fraction de H, de façon non représentée mais aisément compréhensible par un Homme du métier.

[0049] Naturellement, l'alternance d'aimants permanents 32 et d'entretoises 33 tourne dans le même sens 34 et à la même vitesse angulaire que la virole 21, en continu, lorsque le moteur 13 est en fonctionnement, et il en est de même des lignes de champ générées entre aimants permanents 32 voisins.

[0050] Dans ce mode de mise en oeuvre de la présente invention, les aimants permanents 32 et entretoises 33 accomplissent une trajectoire circulaire, et leurs génératrices les plus proches de l'axe 1, à savoir des génératrices des aimants permanents 32, décrivent une trajectoire en forme de cylindre géométrique 35, de révolution autour de l'axe 1, avec un diamètre D intermédiaire entre les diamètres respectifs des cylindres géométriques 20 et 31.

[0051] Les nombres respectifs, mutuellement identiques, d'aimants permanents 32 et d'entretoises 33 pourront être aisément déterminés par un Homme du métier, en fonction du diamètre D du cylindre géométrique 35, pour donner aux lignes de champ magnétique se développant entre deux aimants permanents 32 voisins une allure convenant à la séparation des particules magnétiques, cette détermination se faisant dans des conditions similaires à celles de l'Art antérieur. On a illustré un exemple non limitatif dans lequel sont prévus 60 aimants permanents 32 et 60 entretoises 33, présentant un développement angulaire respectif de 3° en référence à l'axe 1, pour une valeur de 570 mm du diamè-

tre D du cylindre géométrique 35.

[0052] Conformément à un aspect caractéristique de la présente invention, c'est à l'intérieur de ce cylindre géométrique 35, c'est-à-dire en retrait par rapport à celui-ci vers l'axe 1, que sont disposés les moyens 36 de canalisation du fluide charriant le produit particulaire à séparer.

[0053] Ces moyens 36 sont portés de façon solidaire par le bâti 2, à savoir plus précisément par les consoles 8, sur la face supérieure 9 desquelles ils reposent par l'intermédiaire de cales appropriées 37 situées à l'intérieur du cylindre géométrique 31, c'est-à-dire en retrait par rapport à celui-ci vers l'axe 1 de façon à traverser le plan géométrique 14 sans constituer d'entrave à la rotation de la virole 21 par rapport au bâti.

[0054] Les moyens 36 sont conçus de façon à guider le fluide charriant le produit particulaire à séparer le long du cylindre géométrique 35, à l'intérieur de celui-ci, dans un sens 63 qui, dans l'exemple illustré, est opposé au sens 34 de rotation de la virole 21 par rapport au bâti 2 et, de préférence, comme il est illustré, sur un développement angulaire aussi grand que possible en référence à l'axe 1, à savoir dans cet exemple de l'ordre de 270°.

[0055] A cet effet, les moyens de canalisation 36 comportent deux parois 37, 38 en matériau non magnétique, respectivement extérieure et inférieure en référence à l'axe 1, dont la première longe le cylindre géométrique 35, à proximité immédiate de celui-ci, sur le développement angulaire maximal précité, par exemple de l'ordre de 270°.

[0056] Les deux parois 37 et 38 présentent la même hauteur H que les aimants permanents 32 et les entretoises 33 et occupent la même position que ces aimants permanents 32 et entretoises 33 en direction verticale, et chacune d'entre elles présente intérieurement et extérieurement, en référence à l'axe 1, la forme d'une partie de cylindrique de révolution autour de cet axe 1, avec une épaisseur respective faible par rapport à leur diamètre et par exemple du même ordre de grandeur que l'épaisseur de la virole des séparateurs magnétiques à basse intensité de l'Art antérieur.

[0057] La paroi extérieure 37 présente extérieurement un diamètre approximativement égal au diamètre D, auquel il n'est inférieur que d'un jeu fonctionnel destiné à éviter tout risque de friction entre la paroi 37 et l'alternance d'aimants permanents 32 et d'entretoises 33 lors de la rotation de ces derniers avec la virole 21 dans le sens 34, autour de l'axe 1, par rapport au bâti 2 en cas de léger défaut de coaxialité. La paroi 38 présente quant à elle des diamètres respectivement intérieur et extérieur, non référencés, choisis de façon à laisser subsister entre les deux parois 37 et 38 un canal 39 de largeur e constante, en référence à des directions radiales par rapport à l'axe 1, et suffisamment faible pour que le champ magnétique créé entre deux aimants permanents 32 voisins présente une efficacité sur la totalité de cette largeur radiale e. A titre d'exemple non

limitatif, celle-ci peut être de l'ordre de 25 mm.

[0058] Vers le bas, le canal 39 est fermé par un fond plat 40, horizontal, qui est étanche au fluide charriant les particules à séparer, comme le sont également les parois 37 et 38, et qui se raccorde à une zone inférieure respective de ces dernières, de façon solidaire et également étanche à ce fluide. En vue de certaines applications, à savoir plus précisément en fonction de la nature du fluide charriant les particules à séparer, et plus généralement de façon préférée quelle que soit cette nature et quelle que soit l'application, les parois 37 et 38 sont raccordées mutuellement, dans une zone d'extrémité supérieure respective, par un couvercle plat, horizontal, 41 qui se raccorde à elles de façon solidaire et étanche à ce fluide, auquel il est lui-même étanche ; dans ce cas, le canal 39 est fermé de façon étanche, ce qui permet au séparateur selon l'invention de séparer des particules magnétiques charriées par des fluides non seulement liquides, mais également gazeux, le cas échéant toxiques et le cas échéant sous pression.

[0059] Comme les parois 37 et 38, le fond 40 et le couvercle 41 éventuel sont réalisés en un matériau non magnétique.

[0060] En référence au sens 63, les parois 37 et 38, de même que le fond 40 et le couvercle 41 éventuel, présentent une zone d'extrémité amont respective, correspondant à une zone d'extrémité amont 42 du canal 39, située par exemple dans le plan 4, et se raccordent vers l'amont à une paroi respective, non référencée, d'un distributeur vertical 43 pour le fluide chargé des

particules à séparer.

[0061] Selon le mode de réalisation préféré qui a été illustré, ce distributeur 43 s'étend sur la totalité de la hauteur H, pour l'essentiel en retrait vers l'axe 1 par rapport à la paroi 38, et constitue un distributeur cyclonique d'axe vertical 44, situé entre la zone d'extrémité amont 42 du canal 39 et l'axe 1, de façon à communiquer au fluide et aux particules entrant dans le canal 39 un effet centrifuge en référence à l'axe 44 ainsi qu'à l'axe 1 afin, en particulier, de tendre à plaquer les particules à séparer contre la paroi extérieure 37 du canal 39. A cet effet, lorsqu'il est vu en plan, le distributeur 43 présente la forme d'une volute qui part en s'élargissant dans un sens de rotation 45, autour de l'axe 44, correspondant au sens de rotation 34 autour de l'axe 1 jusqu'à son raccordement à la zone d'extrémité amont 42 du canal 39 suivant le plan 4.

[0062] Vers le haut lorsque le fluide charriant les particules à séparer est un liquide, comme il est illustré, c'est-à-dire dans une zone d'extrémité supérieure située au niveau du couvercle 41 éventuel ou au-dessus de celui-ci, le distributeur 43 est raccordé, par la zone la plus étroite de la volute, à une conduite 46 d'alimentation en fluide chargé de particules à séparer, laquelle est fixe comme le distributeur 43 par rapport au bâti 2 du séparateur. Il peut en être de même chaque fois que le fluide charriant les particules à séparer est plus lourd que l'air ambiant, ou s'il est en surpression par rapport

à celui-ci, quelle que soit par ailleurs sa nature. Lorsque le fluide charriant les particules à séparer est plus léger que l'air ambiant, comme c'est le cas le plus fréquent lorsqu'il s'agit d'un gaz ou d'un mélange gazeux, ou encore, quelle que soit sa nature, lorsqu'il est sous pression, la conduite d'alimentation peut se raccorder non pas à une zone d'extrémité supérieure du distributeur 43, mais à une zone d'extrémité inférieure de celui-ci, en dessous du fond 40, comme on l'a schématisé en 47 à la figure 2.

[0063] Après avoir été admis dans le canal 39 par la zone d'extrémité amont 42 de celui-ci, le fluide chargé des particules à séparer parcourt le canal 39 dans le sens 63, dans lequel il circule à l'encontre du champ magnétique émis par l'alternance d'aimants permanents 32, lequel capte les particules magnétiques pour les plaquer sur la paroi 37, sur laquelle ces particules magnétiques se déplacent en glissant dans le sens 63 sous l'action du déplacement du fluide chargé dans ce sens à l'intérieur du canal 39 et/ou en roulant en coopérant avec le champ magnétique en rotation à la façon d'un pignon avec une roue dentée dans un engrenage.

[0064] Le fluide est ainsi progressivement déchargé de ses particules magnétiques au fur et à mesure de son parcours du canal 39 et, dans une zone d'extrémité aval 48 de ce dernier en référence au sens 63, correspondant à une zone d'extrémité aval des parois 37 et 38, du fond 40 et le cas échéant du couvercle 41, on recueille séparément au moyen d'un collecteur respectif 49, 50, fixe par rapport au bâti 2 du séparateur, d'une part les particules magnétiques séparées et d'autre part le fluide qui n'est plus chargé que des particules non magnétiques, au moins pour l'essentiel.

[0065] Le développement angulaire du canal 39 en référence à l'axe 1 est aussi proche que possible de 360°, sans limitation autre que la nécessité de prévoir une place suffisante pour disposer les collecteurs 49 et 50 de sortie à côté du distributeur 43, à l'intérieur du cylindre géométrique 35, afin de rendre la séparation magnétique aussi efficace que possible ; dans l'exemple illustré, ce développement angulaire est de l'ordre de 270°, à savoir plus précisément d'un peu plus de 270° entre le distributeur d'entrée 43 et le collecteur 49 de reprise des particules magnétiques et d'un peu moins de 270° entre le distributeur d'entrée 43 et le collecteur 50 du fluide chargé exclusivement ou à peu près exclusivement des particules non magnétiques. Plus précisément, les collecteurs 49 et 50 présentent un axe vertical respectif 51, 52 et, bien que ces deux collecteurs 49 et 50 soient mutuellement adjacents, leurs axes 51 et 52 sont disposés respectivement de part et d'autre du plan 5, à savoir plus précisément d'un demi-plan 53 délimité par l'axe 1 et correspondant à ce plan 5, décalé de 270° dans le sens 63 par rapport à un demi-plan 54 délimité par l'axe 1 et correspondant à la partie du plan 4 contenant l'axe 44 du distributeur d'entrée 43 ainsi que la zone d'extrémité amont 42 du canal 39.

[0066] Immédiatement en amont du demi-plan 53 en

référence au sens 63, la paroi extérieure 37 du canal 39 commence à s'infléchir progressivement dans le sens d'un rapprochement vis-à-vis de l'axe 1 tout en restant parallèle à celui-ci, et cet infléchissement s'accroît en aval du demi-plan 53 en référence au sens 63, si bien que les particules magnétiques retenues sur cette paroi 37 par le champ magnétique généré par l'alternance d'aimants permanents 32 et amenées jusque là par l'écoulement du fluide chargé dans le sens 63 et/ou par roulement sur cette paroi 37 échappent progressivement à ce champ magnétique et, ainsi, tombent par gravité vers le fond 40 du canal 39.

[0067] Cet infléchissement se poursuit jusqu'à une zone d'extrémité aval de la paroi 37, en référence au sens 63, zone d'extrémité aval par laquelle la paroi 37 se raccorde à une paroi 55, verticale, du collecteur 49. Cette paroi 55 est hémicylindrique de révolution autour de l'axe 51, lequel est décalé vers l'axe 1 par rapport à la paroi 37 dans sa zone d'extrémité aval ainsi que par rapport au cylindre géométrique 35, et elle s'étend sur la totalité de la dimension H en se raccordant à la paroi 37, à une zone d'extrémité aval de la paroi 38, en référence au sens 63, ainsi qu'au fond 40 et au couvercle éventuel 41 de façon étanche au fluide charriant les particules à séparer, auquel elle est elle-même étanche. Comme la paroi 37, la paroi 38 s'infléchit progressivement vers l'axe 1 en restant parallèle à celui-ci, d'une zone située légèrement en amont du demi-plan 53 en référence au sens 34, à sa zone d'extrémité aval, située légèrement en aval de ce demi-plan 53 en référence au sens 34, et son infléchissement est plus prononcé que celui de la paroi 37 si bien qu'approximativement à partir du plan 53, l'espacement mutuel des parois 37 et 38 suivant une direction radiale en référence à l'axe 1 croît progressivement jusqu'au raccordement des deux parois 37 et 38 à la paroi 55 du collecteur 49.

[0068] Lorsqu'elles parviennent à ce dernier, les particules ont totalement échappé à l'action du champ magnétique généré par l'alternance d'aimants permanents 32, si bien qu'elles tendent par gravité à se rassembler dans une zone d'extrémité inférieure du collecteur 49, au niveau du fond 40 du canal 39.

[0069] Par cette extrémité inférieure, le collecteur 49 se raccorde, à travers un trou non référencé du fond 40 du canal 39, de façon étanche au fluide charriant les particules à séparer, à un puits vertical 56 de collecte des particules magnétiques, lequel est ainsi placé à un niveau inférieur à celui du fond 40, à l'intérieur du cylindre géométrique 31, et est obturé vers le bas, de façon étanche au fluide charriant les particules à séparer, par un tampon amovible 57 que l'on peut ouvrir régulièrement pour extraire du puits 56 les particules magnétiques collectées dans ce dernier. Naturellement, ce mode de collecte suppose que les quantités de particules magnétiques collectées pendant un temps déterminé restent relativement faibles, et d'autres moyens de collecte pourraient être prévus en particulier dans le cas de quantités de particules magnétiques plus impor-

tes par unité de temps.

[0070] De façon particulièrement simple et économique, la partie de la paroi 38, proche de sa zone d'extrémité aval en référence au sens 63, qui s'infléchit progressivement dans ce sens vers l'axe 1 constitue une séparation, étanche au fluide charriant les particules à séparer, entre le collecteur 49 des particules magnétiques séparées et le collecteur 50 du fluide charriant pratiquement exclusivement les particules non magnétiques, et présente la forme d'une partie de cylindre de révolution autour de l'axe 52, lequel est plus proche de l'axe 1 que l'axe 51.

[0071] Cette partie de la paroi 38 qui est ainsi cylindre de révolution autour de l'axe 52 présente un diamètre inférieur à celui du reste de la paroi 38 mais supérieur à celui de la paroi 55. La partie infléchie de la paroi 38 présente approximativement la forme d'un quart de cylindre de révolution autour de l'axe 52 et se raccorde vers l'aval, en référence au sens 63, à une paroi concave 58 du collecteur 50, laquelle présente une forme approximativement hémicylindrique de révolution autour de l'axe 52 avec un diamètre identique à celui de la partie infléchie de la paroi 38, que la paroi 58 prolonge ainsi.

[0072] A l'opposé de son raccordement avec la partie infléchie de la paroi 58, suivant une direction circonférentielle en référence à l'axe 52, la paroi 58 se raccorde à nouveau à la paroi 38, à savoir par l'intermédiaire d'une paroi 59 convexe dans le sens 63.

[0073] Les parois 58 et 59 sont étanches au fluide charriant les particules à séparer, s'étendent sur la totalité de la hauteur H et se raccordent de façon étanche à ce fluide d'une part au fond 40 et au couvercle 41 éventuel, et d'autre part entre elles et, respectivement, à la partie infléchie de la paroi 38 et au reste de cette paroi 38.

[0074] Entre la paroi 59 et sa partie infléchie, la paroi 38 présente sur la totalité de la dimension H, entre le fond 40 et le couvercle 41 éventuel, une interruption 60 par laquelle le fluide chargé pratiquement exclusivement du matériau non magnétique parvient à l'intérieur du collecteur 50, c'est-à-dire d'un volume délimité, autour de l'axe 52, par la partie infléchie de la paroi 38 et par la paroi 58.

[0075] Le collecteur 50, ainsi placé en communication par l'interruption 60 de la paroi 38 avec le canal 39, auquel il est ainsi raccordé de façon étanche au fluide charriant les particules à séparer, est par ailleurs raccordé, de façon également étanche à ce fluide, à une conduite 61 de reprise du fluide chargé de particules non magnétiques.

[0076] Suivant une direction verticale, comme il est illustré, la conduite 61 de reprise du fluide chargé pratiquement exclusivement des particules non magnétiques est située à l'opposé de la conduite 46 d'alimentation en fluide chargé de particules magnétiques et non magnétiques à séparer, les positions respectives de ces deux conduites étant cependant dictées de façon plus générale par la nature du fluide en question ainsi que

par la pression à laquelle il se trouve en comparaison avec l'air ambiant.

[0077] Ainsi, dans l'exemple illustré, alors que la canalisation d'alimentation 46 se raccorde au distributeur 43 par une zone d'extrémité supérieure de celui-ci, à travers le couvercle 41 éventuel, c'est à une zone d'extrémité inférieure du collecteur 50 que la canalisation 61 se raccorde, à savoir à travers le fond 40. Immédiatement en dessous de celui-ci, à son raccordement avec la zone d'extrémité inférieure du collecteur 50, la conduite 61 présente la forme d'un entonnoir de révolution autour de l'axe 52, convergent vers le bas.

[0078] Lorsque, comme on l'a schématisée en 47, la conduite d'alimentation en fluide chargé de particules à séparer se raccorde au distributeur 43 par une zone d'extrémité inférieure de celui-ci, à travers le fond 40, c'est en général à une zone d'extrémité supérieure du collecteur 50, à travers le couvercle 41 éventuel, alors généralement nécessaire, que la conduite de reprise du fluide essentiellement chargé des seules particules non magnétiques se raccorde, à savoir par l'intermédiaire d'une hotte convergente vers le haut comme on l'a schématisé en 62 à la figure 2.

[0079] Naturellement, de même qu'une faible proportion des particules magnétiques initialement présentes dans le fluide introduit par le distributeur 43 dans le canal 39 peut subsister dans le fluide ainsi évacué par l'intermédiaire du collecteur 50, le collecteur 49, lorsqu'on l'ouvre, laisse échapper du fluide chargé de particules non magnétiques, mais la proportion de particules non magnétiques ainsi mêlées aux particules magnétiques lorsqu'on collecte ces dernières est minime, c'est-à-dire affecte peu le rendement du séparateur selon l'invention en termes de séparation des particules magnétiques vis-à-vis des particules non magnétiques.

[0080] Un Homme du métier comprendra aisément que, bien que le mode de réalisation du séparateur selon l'invention qui a été décrit soit actuellement préféré, en particulier en raison de sa grande simplicité, d'autres modes de réalisation pourraient être également choisis sans que l'on sorte pour autant du cadre de la présente invention. En particulier, on ne sortirait pas du cadre de la présente invention en faisant accomplir à l'alternance d'aimants permanents 32, alors convenablement portés et guidés, une trajectoire horizontale autre que circulaire, dès lors que cette alternance d'aimants permanents 32 serait tournée vers l'intérieur de cette trajectoire, et que celle-ci serait longée par une paroi, en matériau non magnétique, d'un canal de circulation, dans un sens identique ou opposé, selon le cas, au sens de parcours de la trajectoire en question, pour le fluide charriant les particules magnétiques et non magnétiques à séparer, entre un distributeur d'entrée pour ce fluide, charriant ces particules en mélange, et des collecteurs de sortie respectivement prévus pour les particules magnétiques et pour le fluide chargé des particules non magnétiques.

Revendications

1. Séparateur magnétique, du type comportant :

- un bâti (2),
- des moyens de canalisation (36), portés par le bâti (2), pour définir un circuit d'écoulement pour un fluide entre une entrée (43) de fluide chargé de produit particulaire contenant, en mélange, des particules magnétiques et des particules non magnétiques et des sorties (50, 49) respectivement pour le fluide chargé de particules non magnétiques et pour les particules magnétiques, et
- des moyens (32, 33) d'attraction magnétique, portés par le bâti (2), pour soumettre le fluide et le produit particulaire à un champ magnétique, de la proximité immédiate de ladite entrée (43) à la proximité immédiate desdites sorties (49, 50),

caractérisé en ce que :

- les moyens de canalisation (36) comportent deux parois (37, 38) verticales et incurvées de façon à présenter une forme convexe d'un côté et concave de l'autre côté lorsqu'elles sont vues en plan, présentant sensiblement une même hauteur uniforme (H) et une même position suivant une direction verticale, à raison d'une paroi extérieure (37) et d'une paroi intérieure (38) longeant, par son côté convexe, la paroi extérieure (37), par son côté concave, en respectant un espacement continu (e) par rapport à celle-ci, et un fond (40) plat et horizontal, raccordant mutuellement les parois intérieure (38) et extérieure (37) dans une zone d'extrémité inférieure respective pour délimiter avec elles un canal (39) d'écoulement horizontal incurvé, convexe du côté de la paroi extérieure et concave du côté de la paroi intérieure lorsqu'il est vu en plan, les parois intérieure et extérieure (37, 38) et le fond (40) étant fixes par rapport au bâti (2), réalisés en matériau non magnétique et étanches audit fluide,
- l'entrée (43) de fluide chargé de produit particulaire comporte un distributeur d'entrée (43) situé immédiatement en amont dudit canal (39) en référence à un sens horizontal déterminé (63) de parcours de celui-ci et raccordé, de façon étanche audit fluide, d'une part audit canal (39), dans une zone d'extrémité (42) amont de celui-ci en référence audit sens de parcours (63) et d'autre part à une conduite (44, 47) d'alimentation en fluide chargé de produit particulaire,
- la sortie (49) pour les particules magnétiques comporte un premier collecteur de sortie (49)

- situé immédiatement en aval dudit canal (39) en référence audit sens de parcours (63) et raccordé, de façon étanche audit fluide, d'une part audit canal (39), dans une zone d'extrémité aval (48) de celui-ci en référence audit sens de parcours (63), et d'autre part à des moyens (56, 57) de collecte des particules magnétiques, dans une zone d'extrémité inférieure, et
- la sortie (50) pour le fluide chargé de particules non magnétiques comporte un deuxième collecteur vertical de sortie (50), décalé par rapport à la paroi intérieure (38), du côté concave de celle-ci, dans ladite zone d'extrémité aval (48) dudit canal (39), et raccordé, de façon étanche audit fluide, d'une part audit canal (39), immédiatement en amont du premier collecteur (49) en référence audit sens de parcours (63), et d'autre part à une conduite (61, 62) de reprise de fluide chargé de particules non magnétiques, et
 - les moyens (32, 33) d'attraction magnétique longent la paroi extérieure (37) par son côté convexe, à l'extérieur du canal (39), sensiblement sur ladite hauteur (H), sensiblement du distributeur d'entrée (43) au deuxième collecteur de sortie (50) en référence audit sens de parcours (63).
2. Séparateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le distributeur (43) et/ou le premier collecteur de sortie (49) et/ou le deuxième collecteur de sortie (50) sont verticaux et s'étendent sensiblement sur la totalité de ladite hauteur (H).
 3. Séparateur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les moyens (32, 33) d'attraction magnétique sont choisis dans un groupe comportant les moyens pour créer un champ magnétique à basse intensité et les moyens pour créer un champ magnétique à haute intensité à l'intérieur du canal (39).
 4. Séparateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les moyens d'attraction magnétique (11, 13, 18, 19, 21, 32, 33) comportent des moyens (11, 18, 19, 21) pour guider par rapport au bâti (2), suivant une trajectoire horizontale fermée (35) dont une partie longe la paroi extérieure (37) par son côté convexe, une alternance continue et régulière, en référence à une direction circonférentielle de ladite trajectoire (35), d'aimants permanents (32) verticaux présentant sensiblement ladite hauteur uniforme (H) et ladite position uniforme suivant une direction verticale, deux aimants permanents (32) voisins suivant la direction circonférentielle présentant des aimantations de même direction et de sens opposé de façon à créer ledit champ magnétique à l'intérieur de ladite trajectoire (35), et des moyens (13) pour entraîner ladite alternance d'aimants permanents (32) en continu, suivant ladite trajectoire (35), dans un sens d'entraînement déterminé (34) de ladite direction circonférentielle par rapport au bâti (2).
 5. Séparateur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le sens de parcours (63) et le sens d'entraînement (34) coïncident.
 6. Séparateur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le sens de parcours (63) et le sens d'entraînement (34) sont mutuellement opposés.
 7. Séparateur selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** les aimants permanents (32) présentent des aimantations de direction perpendiculaire à ladite trajectoire et **en ce que** deux aimants permanents (32) voisins suivant ladite direction circonférentielle sont reliés magnétiquement entre eux, à l'extérieur de ladite trajectoire, par des moyens (21) formant culasse.
 8. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** :
 - ladite trajectoire (35) est circulaire,
 - les moyens (11, 18, 19, 21) pour guider, par rapport au bâti (2), ladite alternance d'aimants permanents (32) comportent une virole (21) cylindrique de révolution autour d'un axe vertical (1) du bâti (2), portant solidairement, vers l'axe (1), ladite alternance d'aimants permanents (32), et des moyens (11, 18, 19) de guidage de la virole (21) à la rotation autour de l'axe (1) par rapport au bâti (2),
 - les moyens (13) pour entraîner ladite alternance d'aimants permanents (32) comportent des moyens (13) pour entraîner la virole (21) en rotation autour de l'axe (1) par rapport au bâti (2), et
 - les parois intérieure (38) et extérieure (37) présentent la forme de parties de cylindres de révolution autour de l'axe (1).
 9. Séparateur selon la revendication 8 dans sa relation de dépendance vis-à-vis de la revendication 7, **caractérisé en ce que** la virole (21) constitue lesdits moyens (21) formant culasse.
 10. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** la paroi extérieure (37) longe ladite trajectoire (35) sur la majeure partie de la longueur de celle-ci.
 11. Séparateur magnétique selon la revendication 10 dans sa relation de dépendance vis-à-vis de l'une quelconque des revendications 8 et 9, **caractérisé**

en ce que la paroi extérieure (37) présente en référence à l'axe (1) une dimension angulaire supérieure à 180°, de préférence de l'ordre de 270°.

revendications 1 à 18, **caractérisé en ce que** le distributeur d'entrée (43) est de type cyclonique.

12. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les moyens de canalisation (36) comportent en outre un couvercle (41) étanche audit fluide, en matériau non magnétique, plat et horizontal, raccordant mutuellement les parois intérieure (38) et extérieure (37) dans une zone d'extrémité supérieure respective, pour fermer le canal (39) de façon étanche audit fluide entre ladite entrée (43) et lesdites sorties (49, 50). 5
10
15
13. Séparateur magnétique selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la conduite d'alimentation (47) et la conduite de reprise (62) débouchent respectivement dans une zone d'extrémité inférieure du distributeur d'entrée (43) et dans une zone d'extrémité supérieure du deuxième collecteur de sortie (50). 20
14. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la conduite d'alimentation (46) et la conduite de reprise (61) débouchent respectivement dans une zone d'extrémité supérieure du distributeur d'entrée (43) et dans une zone d'extrémité inférieure du deuxième collecteur de sortie (50). 25
30
15. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la paroi extérieure (38) s'infléchit progressivement du côté concave de celle-ci, dans ledit sens de parcours (63), à partir du deuxième collecteur de sortie (50) et jusqu'au premier collecteur de sortie (49). 35
16. Séparateur magnétique selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la paroi intérieure (38) s'infléchit progressivement du côté concave de celle-ci, dans ledit sens de parcours (63), à partir du deuxième collecteur de sortie (50) et jusqu'au premier collecteur de sortie (49). 40
45
17. Séparateur magnétique selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la paroi intérieure (38) sépare l'un de l'autre les premier et deuxième collecteurs de sortie (49, 50). 50
18. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** les moyens (56, 57) de collecte des particules magnétiques comportent un puits (56) fermé par un tampon (57) amovible dans une zone d'extrémité inférieure. 55
19. Séparateur magnétique selon l'une quelconque des

FIG. 1

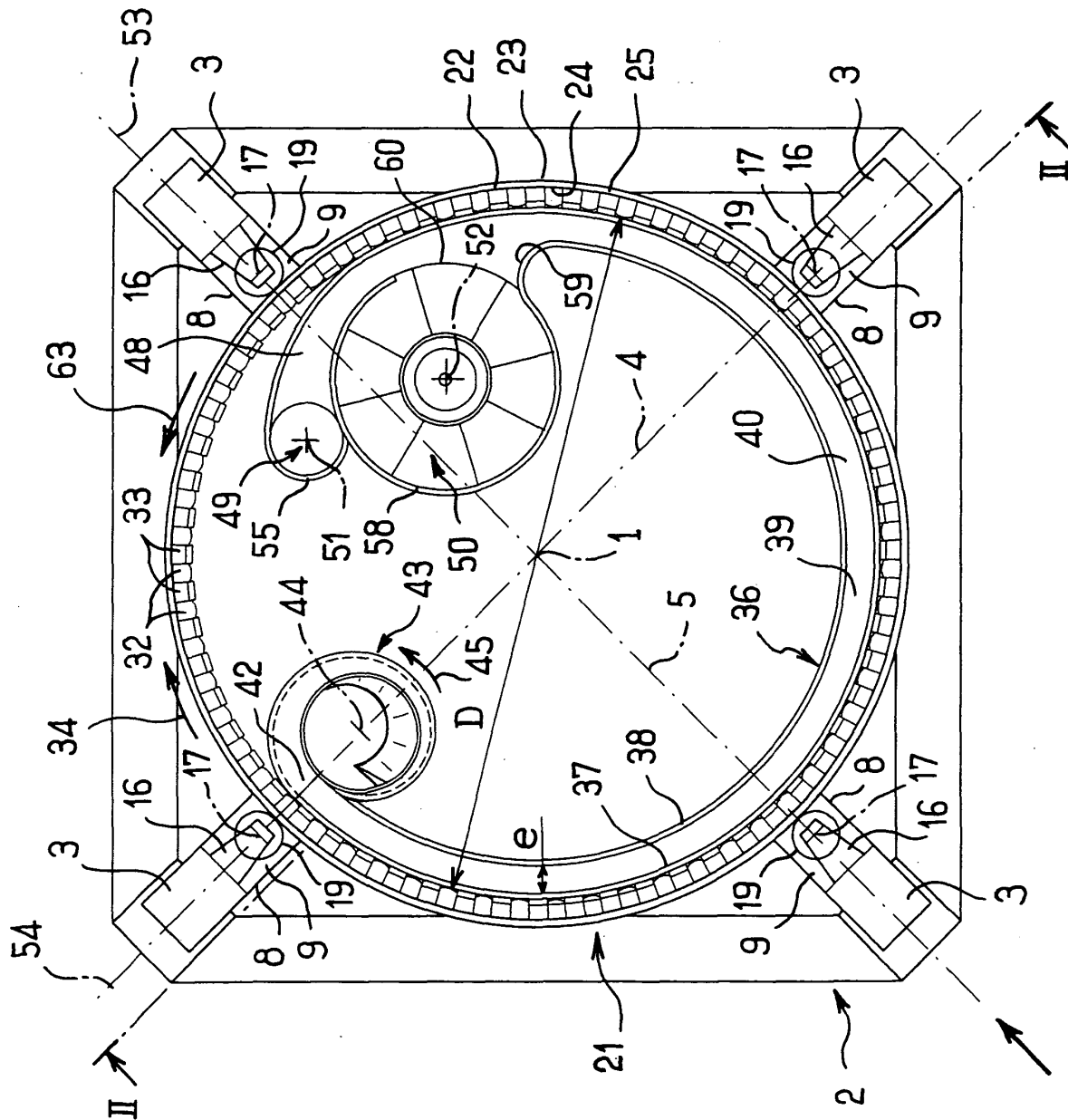
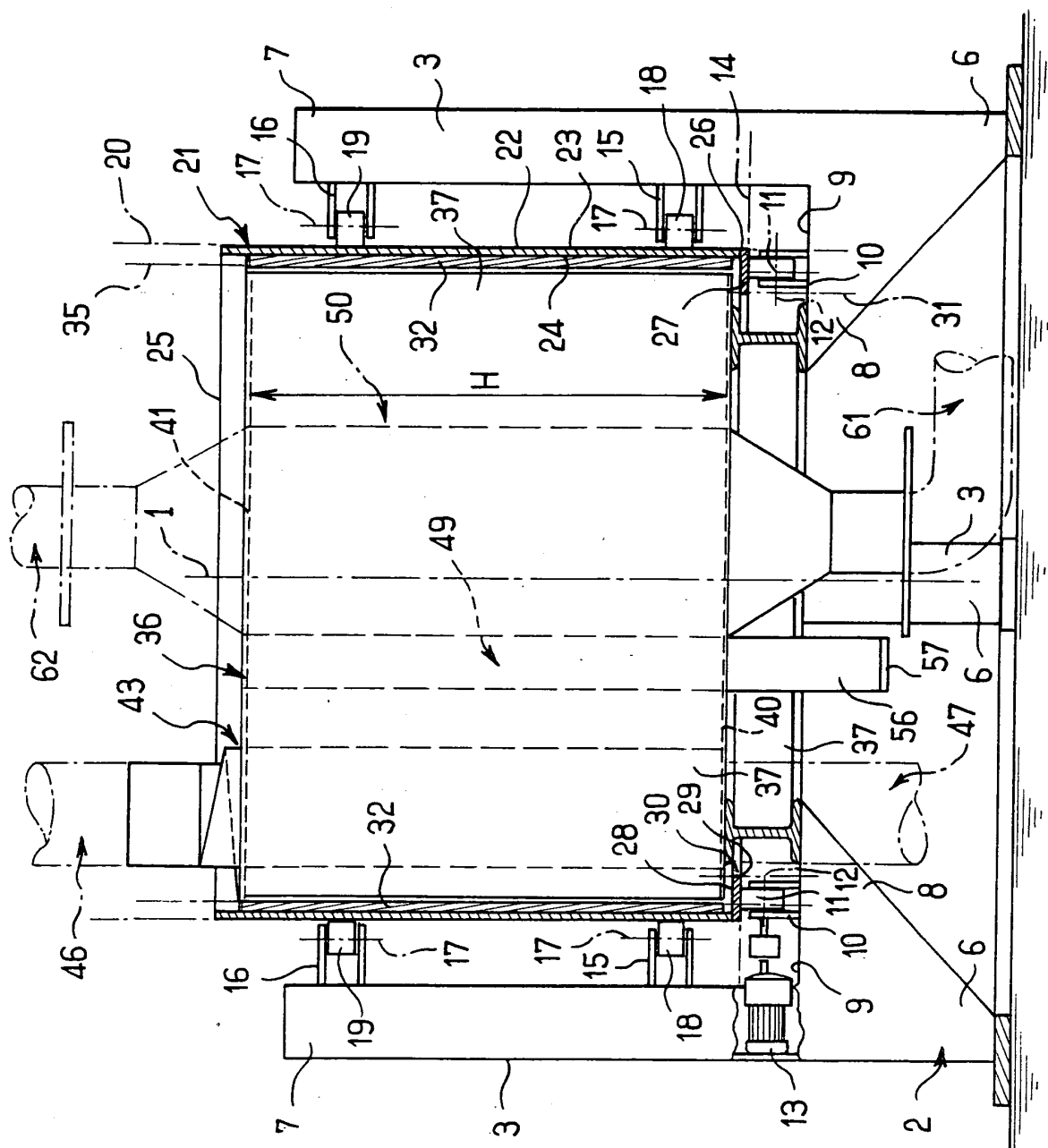


FIG. 2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 04 29 2383

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 4 941 969 A (SCHOENERT KLAUS ET AL) 17 juillet 1990 (1990-07-17) * colonne 6, ligne 50 - colonne 7, ligne 2; figures 5A,5B *	1-3, 12-17	B03C1/30 B03C1/28
X	DE 38 27 252 A (UNKELBACH KARL HEINZ DR) 15 février 1990 (1990-02-15) * colonne 3, ligne 58 - colonne 5, ligne 28; figures 1-3 *	1-3, 12-17	
A	US 6 273 265 B1 (GREENWALT RICHARD B) 14 août 2001 (2001-08-14) * colonne 8, ligne 13-61; figure 4 *	1	
A	US 2 615 572 A (HODGE EDWIN T) 28 octobre 1952 (1952-10-28) * revendication 1; figures 1,6 *	1	
A	FR 2 317 013 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 4 février 1977 (1977-02-04) * revendication 1; figure 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			B03C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 11 novembre 2004	Examineur Demo1, S
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	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 04 29 2383

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.

11-11-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4941969	A	17-07-1990	DE 3610303 C1	19-02-1987
			AU 601729 B2	20-09-1990
			AU 7200887 A	20-10-1987
			BR 8706769 A	23-02-1988
			WO 8705829 A1	08-10-1987
			EP 0261183 A1	30-03-1988
			ZA 8701916 A	27-01-1988

DE 3827252	A	15-02-1990	DE 3827252 A1	15-02-1990

US 6273265	B1	14-08-2001	AU 6218500 A	30-01-2001
			WO 0103845 A1	18-01-2001

US 2615572	A	28-10-1952	AUCUN	

FR 2317013	A	04-02-1977	DE 2528713 A1	20-01-1977
			BE 843461 A1	18-10-1976
			BR 7604134 A	26-07-1977
			ES 449064 A1	16-11-1977
			FR 2317013 A1	04-02-1977
			GR 59337 A1	14-12-1977
			JP 52005052 A	14-01-1977
			SE 7607318 A	28-12-1976
			ZA 7603688 A	25-05-1977

EPO FORM P0480

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