

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 29023 B1**
- (51) Cl. internationale : **B03D 1/02; B06B 3/00; C01B 25/01; C01B 25/26**
- (43) Date de publication : **01.11.2007**
-
- (21) N° Dépôt : **29909**
- (22) Date de Dépôt : **17.05.2007**
- (30) Données de Priorité : **22.10.2004 US 60/620,721 ; 02.09.2005 US 11/217,446**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/US2005/038149 24.10.2005**
- (71) Demandeur(s) : **CARGILL, INCORPORATED, 15407 McGinty Road West, Wayzata MN 55391-2365 (US)**
- (72) Inventeur(s) : **PATIST, Alexander ; BATES, Darren, Miles ; MIKKOLA, Karen, A ; YASALONIS, John ; WEATHERWAX, Trent ; CLARK, Donald**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY TMP AGENTS**
-
- (54) Titre : **TRAITEMENT DE MATIERE PHOSPHATEE AU MOYEN D'ENERGIE ULTRASONORE DE PUISSANCE ELEVEE, ACHEMINEE DIRECTEMENT**
- (57) Abrégé : AU COURS D'UN PROCESSUS VISANT À UTILISER UNE ROCHE PHOSPHATÉE, UNE BOUE CONTIENT ENTRE 30 ET 70 % EN POIDS D'UNE PHASE LIQUIDE ET UNE PHASE SOLIDE RENFERMANT DE L'ARGILE, DU SABLE ET DE LA ROCHE PHOSPHATÉE. AU LONG DU PROCESSUS, LADITE BOUE EST EXPOSÉE À L'ÉNERGIE ULTRASONORE LIBÉRÉE D'UNE SONOTRODE SITUÉE À L'INTÉRIEUR DE LA BOUE. LADITE BOUE PEUT ÊTRE EXPOSÉE À L'ÉNERGIE ULTRASONORE POUR MOINS DE DIX SECONDES. L'ÉNERGIE ULTRASONORE PEUT ÊTRE PRODUITE PAR UN TRANSDUCTEUR PIÉZOCÉRAMIQUE DE MANIÈRE À PRÉSENTER UNE FRÉQUENCE DE RÉSONANCE AU SEIN DE LA FOURCHETTE ALLANT DE 16 KHZ À 100 KHZ. L'ÉNERGIE ULTRASONORE PEUT POSSÉDER UNE INTENSITÉ COMPRISE ENTRE 0,0001 W/CM³ ET ENVIRON 1000W/CM³. CETTE ÉNERGIE ULTRASONORE PEUT CRÉER DES FORCES CAVITATIONNELLES À L'INTÉRIEUR DE LA BOUE. APRÈS EXPOSITION À L'ÉNERGIE ULTRASONORE,

L'ARGILE ET LE SABLE PEUVENT ÊTRE SÉPARÉS DE LA ROCHE PHOSPHATÉE, PEUT-ÊTRE, À L'AIDE D'UN PROCESSUS DE FLOTTATION PAR L'AIR ET D'UN PROCESSUS DE CYCLONAGE.

RESUME

Au cours d'un processus visant à utiliser une roche phosphatée, une boue contient entre 30 et 70 % en poids d'une phase liquide et une phase solide renfermant de l'argile, du sable et de la roche phosphatée. Au long du processus, ladite boue est exposée à l'énergie ultrasonore libérée d'une sonotrode située à l'intérieur de la boue. Ladite boue peut être exposée à l'énergie ultrasonore pour moins de dix secondes. L'énergie ultrasonore peut être produite par un transducteur piézocéramique de manière à présenter une fréquence de résonance au sein de la fourchette allant de 16 kHz à 100 kHz. L'énergie ultrasonore peut posséder une intensité comprise entre $0,0001 \text{ W/cm}^3$ et environ 1000 W/cm^3 . Cette énergie ultrasonore peut créer des forces cavitationnelles à l'intérieur de la boue. Après exposition à l'énergie ultrasonore, l'argile et le sable peuvent être séparés de la roche phosphatée, peut-être, à l'aide d'un processus de flottation par l'air et d'un processus de cyclonage.

TITRE DE L'INVENTION

**TRAITEMENT DE MATIERE PHOSPHATEE AU MOYEN D'ENERGIE
ULTRASONORE DE PUISSANCE ELEVEE, ACHEMINEE DIRECTEMENT**

RENOVI AU DEMANDES PERTINENTES

[0001] La présente demandes se base et revendique en vertu des présentes la priorité à la demande provisoire américaine n° 60/620,721 déposée le 22 octobre 2004, et à la demandes non provisoire américaine n° 11/217,446 déposée le 2 septembre 2005, les deux déposées auprès du Bureau des Marques Déposées et des Brevet des Etats-Unis, dont les révélations sont intégrées aux présentes par la référence.

CONTEXTE DE L'INVENTION

[0002] La Figure 1 est un diagramme schématique décrivant le traitement du minerai de phosphate après qu'il soit extrait. Le minerai de phosphate recherché de la terre est sous forme de "matrice" qui contient du sable, de l'argile et de la roche phosphatée. Après l'extraction, la matrice est pompée dans la station de pompage 3 d'un excavateur à bennes traînante 1. La matrice est pompée dans l'équipement de lavage 5, qui produit le produit de roche, l'argile de rebut et les petites particules. Les petites particules sont envoyées à l'équipement de classement par taille 7, et puis plus tard à l'équipement 9 de flottation.

[0003] La Figure 2 est un diagramme schématique de l'équipement de lavage présenté dans la Figure 1. A partir de la section de pompage 3, la matrice est fournie à une section de réception 501, qui reçoit et diminue la vitesse de la matrice entrante. La matrice est alors envoyée aux cribles scalpeurs 503 ("trommel screens"). La fonction des cribles scalpeur 503 est de cribler les particules qui ont un diamètre plus grand que 1 pouce (+1 pouce). Les particules qui ont un diamètre plus petit que 1 pouce (-1 pouce) entrent dans un réservoir de matrice 505. Le matériau +1 pouces entre dans une trancheuse de boules de boue 507. Les boules de boue entrent dans la trancheuse de boules de boue 507 dans un état relativement sec et sont découpés en tranches en utilisant l'eau à haute pression. L'eau casse les boules de boue, sans créer nécessairement une boue. Après le cassage des boules de boue, le matériau est passé à travers un autre crible (non présenté) pour exécuter la séparation +1 pouce, -1 pouce présentée. Les particules +1 pouces forment un jet de rebut. Les particules -1 pouce sont envoyées au réservoir de matrice 505.

[0004] Dans le réservoir de matrice 505 l'eau est ajoutée. Une partie de l'argile fin flotte pendant cette opération. L'argile flottant du réservoir de matrice est envoyé au déschlammage. Les particules restantes sont envoyées aux décanteurs 509. Dans les décanteurs, des axes avec des palettes dessus tournent dans un réservoir entraînant le meulage du matériau entrant de manière à ce que les particules d'argile les plus petites sont cassées. L'alimentation entrante aux décanteurs est une boue, peut-être contenant 30% de solides. Ces solides sont des particules ayant un diamètre de moins de 1 pouce, et comprennent des particules de phosphate, des particules de sable et des particules d'argile. Les décanteurs effectuent le meulage et le débouillage des matériaux entrants en raison de la friction provoquée entre les particules par le mouvement des palettes fixées à l'axe tournant.

[0005] Des décanteurs 509, le matériau est envoyé aux cribles 511 qui séparent un produit de roche phosphatée ayant un diamètre plus grand que 1 mm. Ce produit de roche phosphatée est un concentré de phosphate qui peut être plus tard utilisé sans plus de transformation. Les particules plus petites que 1 mm n'ont pas un contenu suffisamment élevé de phosphate pour plus de transformation. Les particules d'un diamètre de moins de 1 mm comportent des particules de sable et de phosphate, qui sont d'une taille et d'un poids à peu près identiques, rendant de ce fait difficiles d'autres techniques de séparation.

[0006] Ces particules plus petites sont enduites d'argile et sont envoyées à un déschlammage pour enlever l'argile. La Figure 3 présente une représentation schématique du processus de déschlammage. Dans la Figure 3, des hydrocyclones sont utilisés pour séparer les particules les plus fines et les plus grosses. Les particules les plus fines sortent du dessus du cyclone et contiennent de l'argile. Les particules les plus fines sont envoyées aux argiles de rebut. Les particules les plus grosses sont considérées comme étant une alimentation propre. Les particules les plus grosses sortent du fond des cyclones et sont envoyées au classement par taille.

[0007] La Figure 4 est présente une représentation schématique d'un processus de calibrage. Dans la Figure 4, les particules sont envoyées à une série de calibreuses. Les calibreuses comprennent une calibreuse fine 701, une calibreuse grosse 703 et une calibreuse ultra grosse 705. Des différentes calibreuses, les particules sont envoyées aux réservoirs de stockage séparés avant d'être fourni à la flottation 9. Le processus de flottation doit fonctionner sans interruption, et l'un des objectifs de ses trois réservoirs de stockage est de fournir un tampon pour compenser tous problèmes d'écoulement se produisant avant ou pendant le calibrage. Les particules fines, grosses et ultra grosses sont désignées collectivement sous le nom du matériau "d'alimentation".

[0008] La Figure 5 présente une représentation schématique du processus de flottation 9 présenté dans la Figure 1. Après déschlammage et le calibrage du matériau d'alimentation, les particules fines, grosses et ultra grosses sont flottées séparément. Après le calibrage, les particules sont stockées dans l'eau. La première étape dans la flottation est d'enlever cette eau dans un cyclone de séparation solides eau 901. L'eau est enlevée de manière à ce que l'alimentation contienne peut-être 70% de solides. Dans le cyclone de séparation solides eau 901, les particules fines d'argile sortent sous forme d'un jet de débordement (non présenté). Tout au long du processus de traitement décrit ci-dessus, l'enlèvement de l'argile est important parce que les étapes suivantes de la séparation solides eau utilisent des produits chimiques et l'argile agit en tant que diluant pour ces produits chimiques. Avec moins d'argile, un peu de produits chimiques sont requis, réduisant de ce fait les frais d'exploitation. Du cyclone de séparation solides eau 901, les particules sont envoyées à un processus de traitement 903. Pendant le traitement, des réactifs sont ajoutés à l'alimentation, qui est essentiellement exempte d'argile après le cyclone de séparation solides eau. Le pH est augmenté, peut-être jusqu'à environ 9. Par exemple, une solution de 70% de carbonate de sodium peut être utilisée pour augmenter le pH. Egalement pendant le traitement, un réactif d'acide gras / tallöl est ajoutée. En raison de la chimie de surface, le réactif enduit les particules de phosphate. Le réactif n'enduit pas les particules de sable. Après le traitement 903, les particules enduites sont envoyées à un processus de flottation dégrossisseuse 905.

[0009] Les particules enduites de phosphate sont hydrophobes. Dans le processus de dégrossisseuse 905, l'air est bouillonné à travers une colonne de flottation ou toute autre machine de flottation. Les particules enduites de phosphate flottent jusqu'au dessus de la colonne ou de toute autre machine de flottation en raison de l'air entrant. Les particules de phosphate, qui flottent du dessus de la colonne, sont collectées et envoyées au débouillage par l'acide 907. Les particules de sable ne sont pas enduites et ne flottent pas. Les particules de sable sortent du fond du processus de dégrossissement 905.

[0010] Les particules hydrophobes de phosphate ainsi que quelques particules fines de sable, sont envoyées à un acide d'épuration 907, où un acide, tel que l'acide sulfurique, enlève le mélange d'acide gras / tallöl enduisant les particules de phosphate. Après le débouillage, les particules sont envoyées à un processus de flottation plus propre 911 où une solution d'amine est utilisée. La solution d'amine fait le sable au dessus de la colonne laissant le produit substantiellement propre du concentré de phosphate.

[0011] Bien que le processus ci-dessus fonctionne bien, il y a beaucoup d'étapes, et il est cher à opérer. De diverses tentatives ont été faites pour améliorer le processus. Par exemple, le groupe de technologie Jacobs, "nouvelle technologie pour l'enlèvement de l'argile," publication numéro 02-138-177 (Institut de Recherche de Phosphate de Floride, 2001) a proposé d'utiliser une rampe vibrante pour séparer des coules de boue. Un générateur ultrasonique produit des vibrations dans la rampe. Cependant, il n'y avait aucun contact direct entre les ondes ultrasoniques et le matériau. Il n'était pas possible de fournir assez d'énergie pour séparer.

RESUME DE L'INVENTION

[0012] Pour résoudre ces problèmes ainsi que d'autres, les inventeurs proposent un système qui fournit directement l'énergie ultrasonore à un milieu de phosphate impur. L'énergie ultrasonore peut être acheminée en plaçant un guide d'ondes ou une sonotrode ultrasonore en contact direct avec un jet de boue du matériau de phosphate.

[0013] Les inventeurs suggèrent que l'utilisation des ondes ultrasonores à énergie élevée provoque la formation de bulles de cavitation dans la boue de phosphate. Les ondes ultrasonores sont des séries de compressions dans les raréfactions qui se produisent des milliers de fois par seconde. Les ondes ultrasonores compriment et augmentent les molécules d'eau dans la boue faisant vaporiser certaines des molécules d'eau. Ces bulles de vapeur d'eau ainsi que les bulles des gaz entraînés, tels que l'air, sont censées se développer à une taille entre 1 et 10 microns de diamètre. Avec des compressions et des raréfactions répétées, la température dans les bulles est censée approcher 5000°C, et la pression dans les bulles est censée approcher les 2000 atmosphères. Après cette augmentation d'énergie, les bulles s'effondrent pendant un cycle de compression libérant les vagues fines d'énergie. Avec des collisions entre les particules et des collisions des particules avec le conduit, la matrice de phosphate se désintègre. L'argile devient délogé des particules de phosphate. A la différence du système de vibration de Jacobs, les particules peuvent être efficacement séparées.

DESCRIPTION SUCCINCTE DES DESSINS

[0014] Ceux-ci et d'autres objets et avantages de la présente invention deviendront plus évidents et plus aisément appréciés à partir de la description suivante des modes de réalisation préférés, en référence aux dessins d'accompagnement dont :

La Figure 1 est un diagramme schématique décrivant le traitement du minerai de phosphate après qu'il soit extrait ;

La Figure 2 est un diagramme schématique de l'équipement de lavage présenté dans La Figure 1 ;

La Figure 3 est une représentation schématique de l'équipement de déschassage représenté dans La Figure 1 ;

La Figure 4 est une représentation schématique de l'équipement de calibrage représentée dans La Figure 1 ;

La Figure 5 est une représentation schématique de l'équipement de flottation représentée dans La Figure 1 ;

La Figure 6 est une vue de section latérale d'une cellule d'écoulement ultrasonore ;

La Figure 7 est une vue latérale partiellement enlevée de l'équipement ultrasonore dans un conduit d'écoulement de boue ; et

La Figure 8 est une vue d'extrémité de l'équipement présenté dans La Figure 7.

DESCRIPTION DETAILLEE DES MODES DE REALISATION PREFERES

[0015] La référence sera maintenant faite en détail aux modes de réalisation préférés de la présente invention, dont des exemples sont illustrés dans les dessin d'accompagnement, où les numéros de référence se rapportent aux éléments énumérés.

[0016] De l'énergie ultrasonore peut être directement acheminée au système de la Figure 1 à plusieurs endroits différents, aussi longtemps qu'il y a une boue de matériau de phosphate qui peut recevoir un guide d'ondes ultrasonores là-dedans. L'endroit où l'énergie ultrasonore est acheminée dépend d'où l'efficacité du système peut être le plus efficacement augmentée.

[0017] Bien que plusieurs endroits soient possibles, il y a plusieurs endroits préférés pour l'équipement ultrasonore. D'abord, l'équipement ultrasonore peut être utilisé avant la section de réception 501 (voir la Figure 2) du laveur et débourbeur 5. A cet endroit, l'énergie ultrasonore peut être utilisée pour casser la matrice de manière à ce que presque toutes les particules aient un diamètre de moins de 1 pouce. Dans ce cas-ci, la trancheuse de boules de boue 507 peut être inutile.

[0018] Un deuxième endroit possible pour l'équipement ultrasonique est en série avec ou au lieu de la trancheuse de boules de boue 507. Le matériau provenant des cribles scalpeurs 503 serait transformé en boue et envoyé à travers un conduit ayant un ou plusieurs guides d'ondes ultrasonores là-dedans. Après traitement avec de l'énergie ultrasonore, les cribles qui pourraient être utilisés pour séparer toutes les

particules restantes ayant un diamètre plus grand que 1 pouce. Les particules ayant un diamètre de moins de 1 pouce seraient envoyées au réservoir de matrice 505.

[0019] Un troisième endroit possible pour l'équipement ultrasonore est d'augmenter ou remplacer les décanteurs 509. La vapeur existant dans le réservoir de matrice 505 est une boue. Un ou plusieurs guides d'ondes ultrasonores peuvent être placés dans le conduit portant cette boue pour séparer les particules et pour détacher l'argile des phosphates. Si l'équipement ultrasonore traite suffisamment la boue du réservoir de matrice 505, on pourrait éliminer les décanteurs 509. Autrement, les décanteurs 509 peuvent être utilisés en série avec l'équipement ultrasonique.

[0020] Un quatrième endroit possible pour l'équipement ultrasonique est avant l'équipement de flottation 9. L'équipement ultrasonore peut être placé entre le cyclone de séparation solides eau 901 (voir Figure 5) et les particules fines, grosses et ultra grosses des réservoirs de stockage. A cet endroit, l'équipement ultrasonore enlèverait l'argile des particules, diminuant de ce fait les quantités de produits chimiques requises pour le traitement 903, l'épuration en milieu acide 907 et la flottation plus propre 911. L'argile, qui est séparé des particules de phosphate par cet équipement ultrasonore, sortirait le cyclone de séparations solides eau sous forme d'un jet de débordement. Cet argile ne serait pas introduit au processus de traitement 903.

[0021] La Figure 6 est une vue de section latérale d'une cellule ultrasonore d'écoulement. La cellule ultrasonore d'écoulement est un dispositif qui fournit l'énergie ultrasonique à une boue de particules fines. En tant que tel, la cellule ultrasonique d'écoulement peut être utilisée au quatrième endroit, avant la flottation 9. En ce moment dans le processus, les particules ont un diamètre de moins d'un millimètre. La cellule d'écoulement serait reliée dans la ligne de pompage entre le réservoir de stockage des particules fine, gros ou ultra grosses et la section de séparation solides eau 901. Le numéro de référence 601 représente une entrée d'un réservoir de stockage. La boue est passée vers le haut par une douille intérieure à travers un guide d'ondes ultrasonique (ou "sonotrode") 603. Au dessus de la cellule d'écoulement, la boue change de direction autour d'une paroi intérieure de chambre 605. La boue coule de haut en bas vers une sortie 607.

[0022] Un boîtier, comportant une paroi externe 609, la paroi interne 605, l'entrée 601 et la sortie 607, peut être constituée d'une seule pièce ou de différentes sections. Le boîtier peut être conçu en acier inoxydable, qui a de bonnes propriétés réfléchissantes. Avec l'acier inoxydable, les ondes d'énergie dans la cellule d'écoulement sont reflétées de nouveau dans la boue plutôt que d'être absorbées. D'autres matériaux, tels que le plastique et le verre, peuvent également être utilisés. Cependant, le plastique peut absorber une partie substantielle des ondes d'énergie. Le plastique et le verre peuvent ne pas être assez robustes pour résister au traitement du sable et de l'argile dans l'excédent d'alimentation de phosphate sur une période prolongée.

[0023] Il y a deux passages par la cellule d'écoulement, un passage ascendant et un passage descendant. Les deux passages augmentent le temps de rétention. Le passage descendant contrôle également l'écoulement pour réduire la turbulence au dessus de la cellule. Le passage descendant permet une distribution égale des ondes ultrasonores dans tout le milieu. La majeure partie de la séparation est

réalisée dans le premier passage intérieur, où la boue est en contact direct avec le sonotrode 603.

[0024] Le sonotrode 603 peut avoir de diverses configurations. Les ondes ultrasonores sont émises de toutes les parties du sonotrode, y compris le bout inférieur. Le sonotrode radial classique émet les ondes ultrasoniques radialement vers l'extérieur par le conduit environnant. Le sonotrode peut être fait en titane, en acier inoxydable, en aluminium, en hastalloy (résistant chimique), en un alliage de niobium (thermorésistant) ou n'importe quelle autre matière appropriée. Le titane est une matière préférée pour le sonotrode.

[0025] En dehors du boîtier est le reste de l'équipement ultrasonique. Le sonotrode 603 est la seule pièce de l'équipement ultrasonore qui interagit avec la boue. Un générateur 611 (pour l'alimentation en énergie et la commande de la puissance), un transducteur piézocéramique 613 et un accélérateur intermédiaire 615 acheminent la vibration ultrasonore au sonotrode 603. Le courant AC est fourni au transducteur 613 à partir du groupe électrogène 611. Le groupe électrogène peut recevoir un signal d'entrée de 480 volts et produire un courant AC de 60 hertz. Dans le transducteur 613, des cristaux en piézocéramique sont alimentés du courant AC. Le courant AC change la polarité des cristaux, entraînant l'expansion et la contraction, produisant de ce fait une vibration ultrasonore qui est amplifiée par le sonotrode 603. Le transducteur 613 est relié au sonotrode 603 par une bride anti-vibratoire 617, qui limite l'énergie perdue par l'intermédiaire de la vibration de la cellule d'écoulement à l'autre équipement.

[0026] L'accélérateur intermédiaire 615 amplifie/intensifie les ondes ultrasonores ou réduit l'amplitude des ondes. L'amplitude des ondes devrait correspondre à la longueur du sonotrode 603. Si l'amplitude est trop élevée, alors le découplage se produit, limitant l'énergie transférée au milieu de la boue. L'accélérateur intermédiaire commande l'amplification, contrôlant de ce fait la quantité d'énergie libérée du sonotrode.

[0027] La fréquence de résonance principale est en partie déterminée par la fréquence de vibration des cristaux piézocéramiques. La fréquence de résonance peut varier entre 16 kilohertz et 100 kilohertz. Une fréquence de 20 kilohertz a été utilisée avec succès. Les changements de la température et de la pression dans le système provoquent des changements de la fréquence. Par conséquent, le système doit être surveillé pour dépister la fréquence de résonance afin de fonctionner à la puissance de rendement maximale. Autrement, l'efficacité peut chuter de manière significative. Le transducteur en piézocéramique balaye 2 kilohertz de chaque côté de la fréquence principale de résonance, pour une largeur de bande totale d'approximativement 4 kilohertz. La longueur d'onde du signal ultrasonore est directement proportionnelle à la longueur du sonotrode 603.

[0028] La Figure 7 est une vue latérale partiellement enlevée de l'équipement ultrasonore dans un conduit d'écoulement de boue. La Figure 8 est une vue de l'extrémité de l'équipement présenté dans la Figure 7. Quand les particules sont plus grandes, elles peuvent ne pas s'écouler facilement à travers la cellule d'écoulement présentée dans la Figure 6. Dans ce cas-ci, l'équipement ultrasonore peut à la place être ajouté à un conduit de manière à ce que le guide d'ondes ultrasonores 803 se prolonge à la perpendiculaire de la direction de l'écoulement, au lieu du parallèle à la direction de l'écoulement, comme présenté dans la Figure 6. Le mode de réalisation

présenté dans les Figure 7 et 8 peut être utilisé pour le premier au troisième endroit de l'équipement ultrasonore.

[0029] Le conduit 805 présenté dans les Figures 7 et 8 peut être un conduit existant dans l'installation de traitement. Par exemple, le conduit 805 peut être un conduit de 20 pouces entre les crible scalpeurs 503 et la trancheuse de boules de boue 507. Le conduit 805 peut acheminer une boue de "matrice" du site à l'usine. Un trou peut être foré dans le conduit existant 805 pour insérer le sonotrode 803. La bride anti-vibratoire est montée dans le trou. L'appareillage électrique, y compris l'accélérateur intermédiaire 615, le capteur piézocéramique 613 et le groupe électrogène AC resteront en dehors du conduit.

[0030] Il est important que la puissance fournie à la boue soit suffisante pour séparer le matériau. La puissance est évaluée basée sur la section du conduit et/ou basée sur le volume de sortie. Pour augmenter la puissance, le signal au sonotrode 803 peut être amplifié. Si la puissance suffisante ne peut pas être obtenue en utilisant un seul sonotrode 803, des sonotrodes supplémentaires peuvent être utilisés. Les sonotrodes supplémentaires peuvent être séparés circonférentiellement autour du conduit et/ou être séparés par la longueur du conduit. La demande de brevet du Royaume-Uni n° 9825349.5, déposée le 20 novembre 1998, qui est intégrée aux présentes par la référence, décrit de diverses configurations pour les sonotrodes.

[0031] Il devrait être évident que le sonotrode 803 présenté dans les Figures 7 et 8 a une configuration différente du sonotrode 603 présenté dans la Figure 6. Diverses configurations de sonotrode sont possibles. Le sonotrode 803 présenté dans les Figures 7 et 8 a des dents, qui augmentent la superficie et l'intensité des ondes ultrasonores. Les dents changent également l'écoulement à travers le conduit, créant un effet de recyclage de vortex. Ceci augmente le temps de séjour du milieu à proximité du sonotrode 803. Les dents créent également une turbulence dans le milieu permettant l'augmentation des collisions entre les particules et des collisions des particules avec le sonotrode 803.

[0032] L'invention a été décrite en détail, l'accent étant plus particulièrement mis sur ses modes de réalisation préférés et des exemples, mais il est à comprendre que des variations et les modifications peuvent être effectuées sans s'écarter de l'esprit et de la portée de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Un procédé visant à utiliser de la roche phosphatée comportant :
la fourniture d'une boue ayant 30% à 70% en poids d'une phase liquide et ayant une phase solide comportant de l'argile, du sable, et de la roche phosphatée, la boue étant fournie à une température entre 0°C et 95°C et sous une contre-pression allant jusqu'à environ 20 bars ;
l'exposition de la boue à l'énergie ultrasonore libérée d'un sonotrode situé dans la boue, la boue étant exposée à l'énergie ultrasonore pendant moins de 10 secondes, l'énergie ultrasonore étant produite par un transducteur piézocéramique pour avoir une fréquence de résonance dans la marge de 16 kHz à 100 kHz, l'énergie ultrasonore ayant une intensité dans la marge de 0,0001 W/cm³ à environ 1000 W/cm³, l'énergie ultrasonique créant des forces cavitationnelles à l'intérieur de ladite boue ; et
la séparation desdits argile et sable de ladite roche phosphatée en utilisant un procédé de flottation à air et un procédé de cyclonage.
2. Un procédé visant à utiliser de la roche phosphatée comportant : la fourniture d'une boue comportant de l'argile, du sable, et de la roche phosphatée ; l'exposition de la boue à l'énergie ultrasonore libérée d'un sonotrode situé dans la boue ; et la séparation desdits argile et sable de ladite roche phosphatée.
3. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où la boue est soumise audit traitement ultrasonore pendant moins qu'environ 10 secondes.
4. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite boue comporte une phase liquide et une phase solide, ladite phase solide comporte lesdits argile, sable et roche phosphatée.
5. Le procédé tel que décrit dans la revendication 4 où ledit argile réside essentiellement sur la surface de ladite roche phosphatée, tel que la boue à un roche phosphatée couverte d'argile, et les particules du sable et les particules de la roche phosphatée couverte d'argile sont de taille similaire.
6. Le procédé tel que décrit dans la revendication 5 où les particules du sable et les particules de la roche phosphatée couvertes d'argile ont une taille plus grande qu'approximativement 106 microns (échelle de Tyler de mailles de tamis 150).
7. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où l'argile et le sable sont séparés de la roche phosphatée en utilisant un procédé de flottation à air et un procédé de cyclonage.
8. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite boue comporte une phase liquide et une phase solide, la phase solide ayant au moins une boule d'argile, ladite boule d'argile comporte un mélange intime desdits argile, sable et roche phosphatée, et ladite boule d'argile est plus grande que 1mm (échelle de Tyler de mailles de tamis 16).
9. Le procédé tel que décrit dans la revendication 8 où la boule d'argile comporte approximativement 1:1:1 du rapport de poids dudit argile par rapport au sable et à la roche phosphatée.

10. Le procédé tel que décrit dans la revendication 8 où ladite boue d'argile est sensiblement désagrégée en ses parties composantes desdits argile, sable et roche phosphatée.
11. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite énergie ultrasonore crée des forces cavitationnelles à l'intérieur de ladite boue.
12. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite énergie ultrasonique crée un micro-courant acoustique à l'intérieur de ladite boue.
13. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite énergie ultrasonore est produite par un transducteur piézo-céramique.
14. Le procédé tel que décrit dans la revendication 13 où ladite énergie ultrasonore a une gamme d'intensité entre environ $0,0001 \text{ W/cm}^3$ et environ 1000 W/cm^3 .
15. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite boue est fournie à une température entre 0°C et 95°C .
16. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où ladite boue est fournie sous une contre-pression allant jusqu'à environ 20 bars.
17. Le procédé tel que décrit dans la revendication 4 où ladite phase liquide comporte entre environ 30% et environ 70% de la masse de ladite boue.
18. Le procédé tel que décrit dans la revendication 2 où l'énergie ultrasonore a une fréquence de résonance dans la marge de 16 kHz à 100 kHz.
19. Un appareil pour l'utilisation de la roche phosphatée comportant : une entrée pour recevoir une boue brute de minerai de phosphate ; une sortie pour éjecter une boue traitée de minerai de phosphate ; un boîtier de transfert reliant l'entrée à la sortie, pour transférer la boue à partir de l'entrée à la sortie ; un transducteur piézo-céramique pour générer l'énergie ultrasonore ; et un sonotrode situé dans le boîtier de transfert enfermant pour acheminer directement l'énergie ultrasonore à la boue.
20. L'appareil tel que décrit dans la revendication 19 où le sonotrode est un sonotrode titanique.
21. L'appareil tel que décrit dans la revendication 19 où ledit transducteur piézo-céramique fournit une gamme d'intensité entre environ $0,0001 \text{ W/cm}^3$ à environ 1000 W/cm^3 à ladite boue brute de minerai de phosphate.
22. L'appareil tel que décrit dans la revendication 19 où ledit transducteur piézo-céramique fournit une amplitude d'environ 1 micron à environ 150 microns.

117

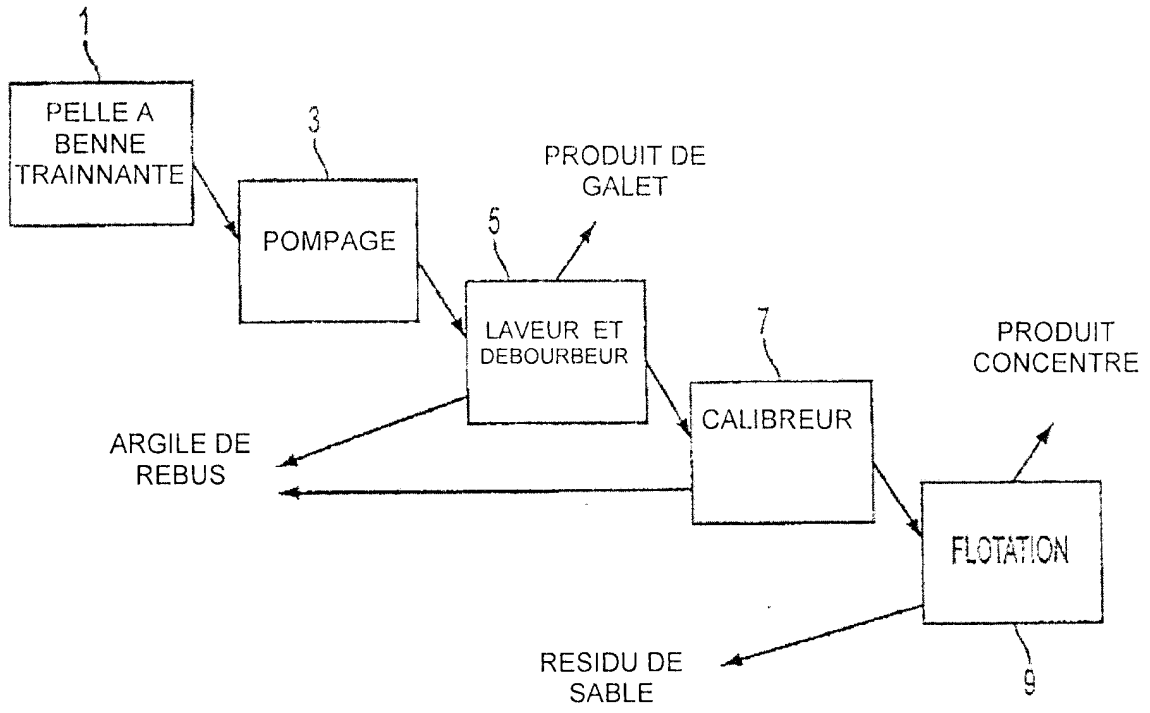


FIGURE 1

2/7

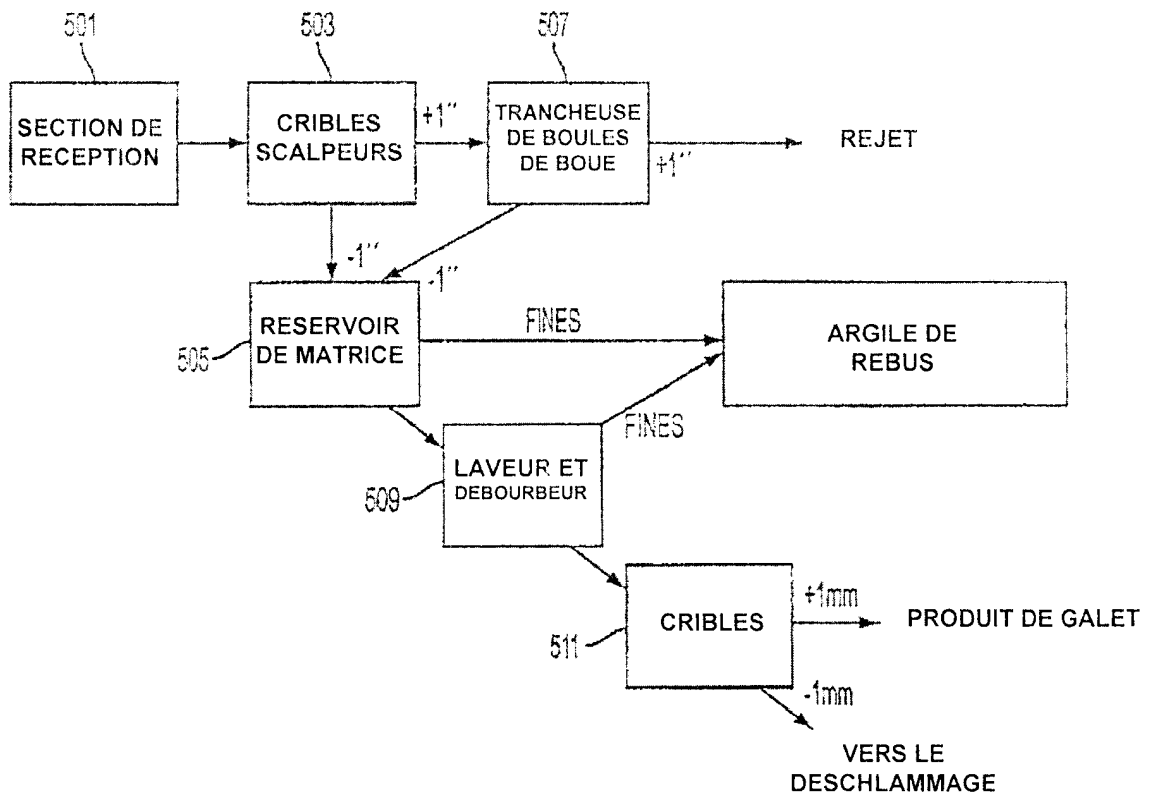


FIGURE 2

317

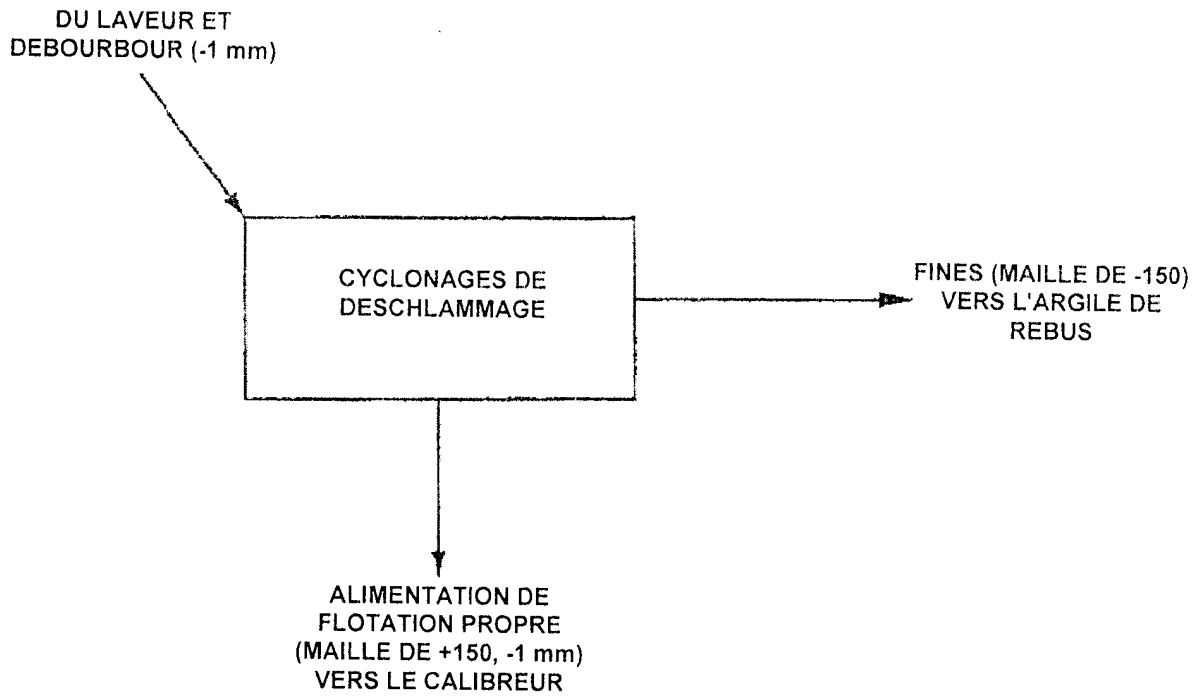


FIGURE 3

4/7

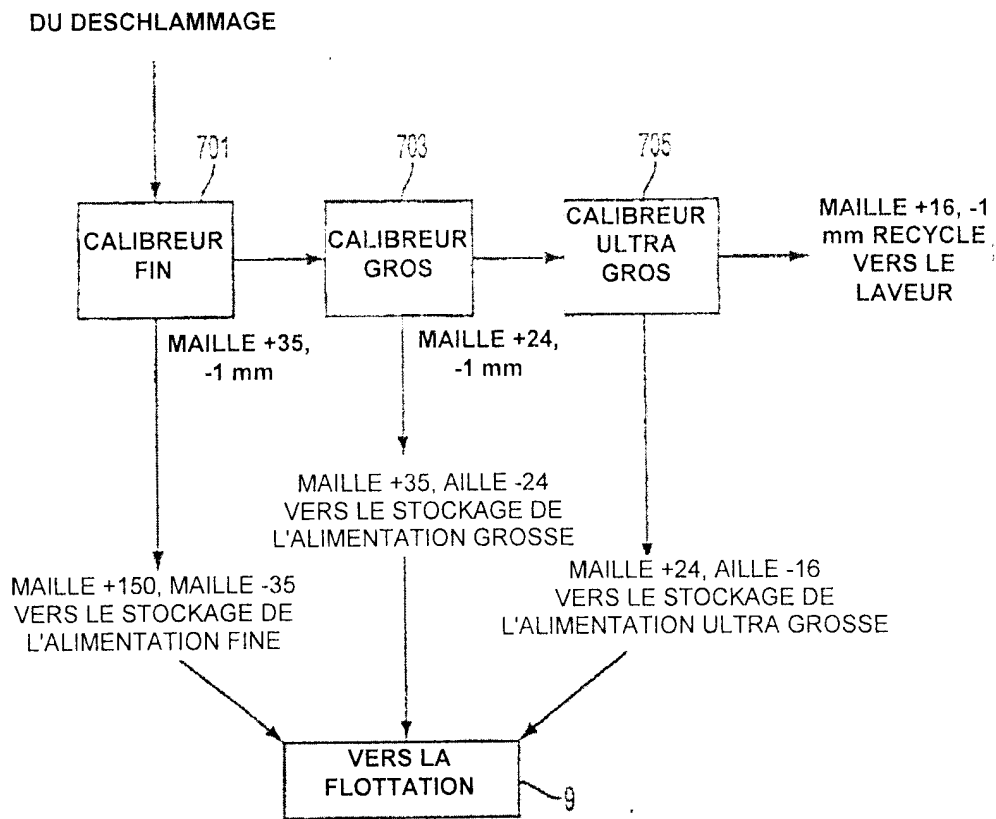


FIGURE 4

5/7

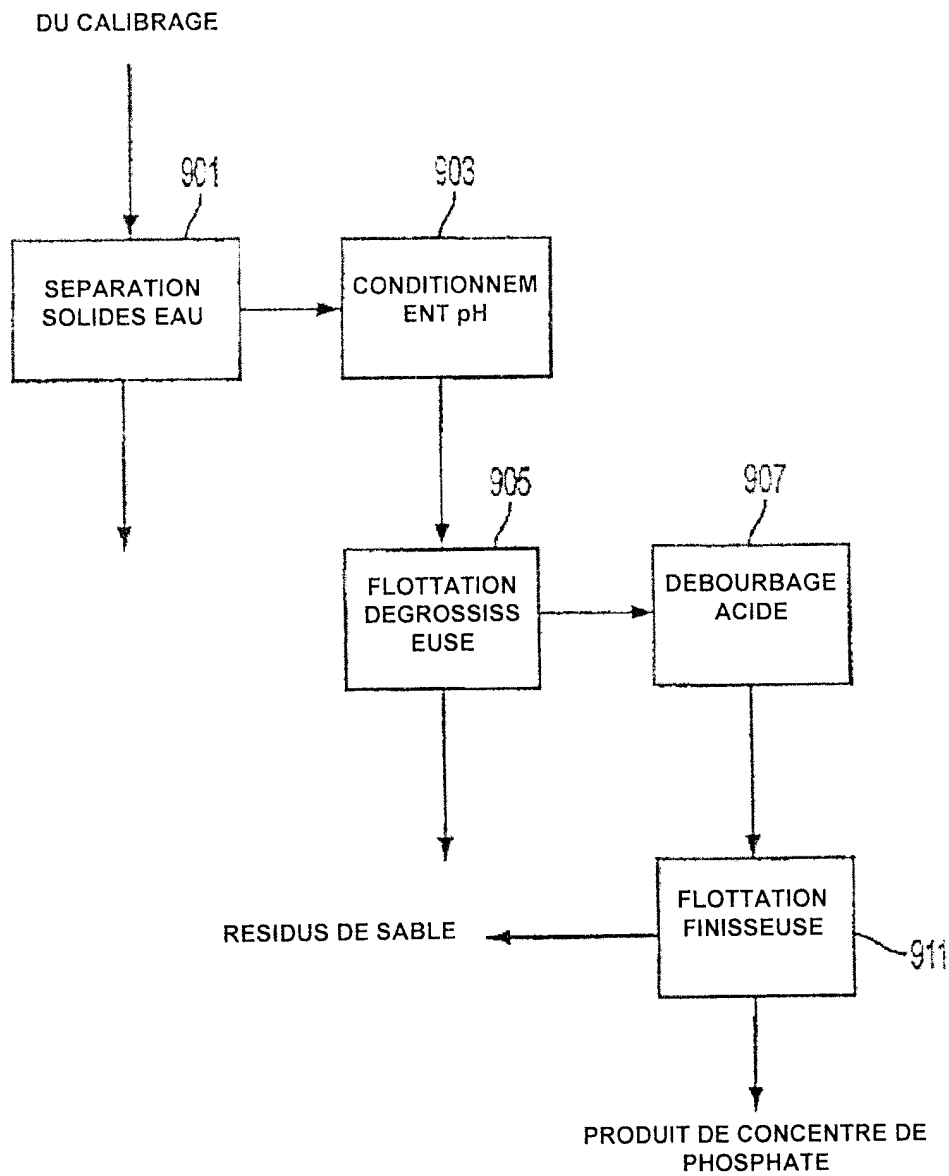


FIGURE 5

4

6/7

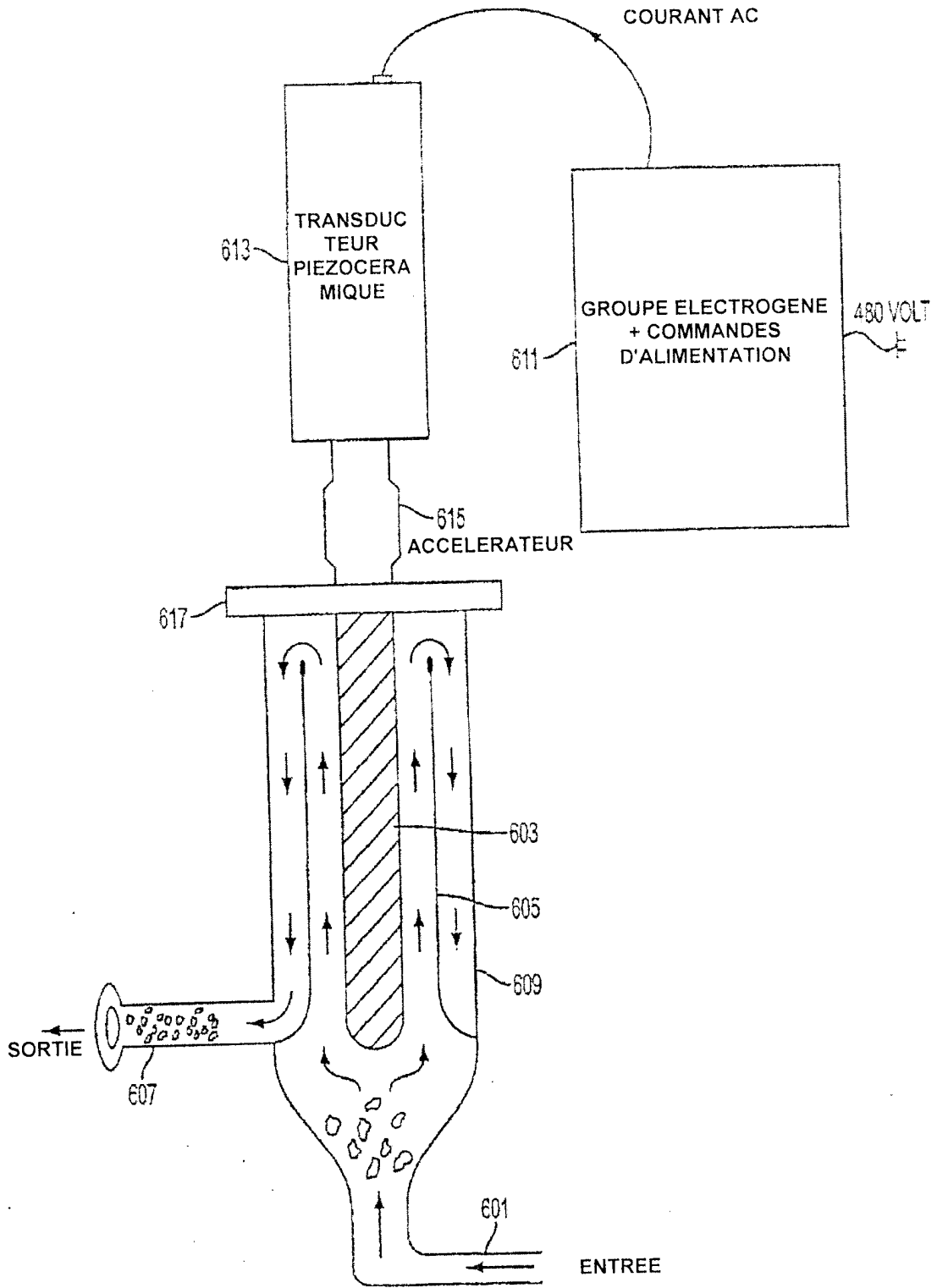


FIGURE 6

A

7/7

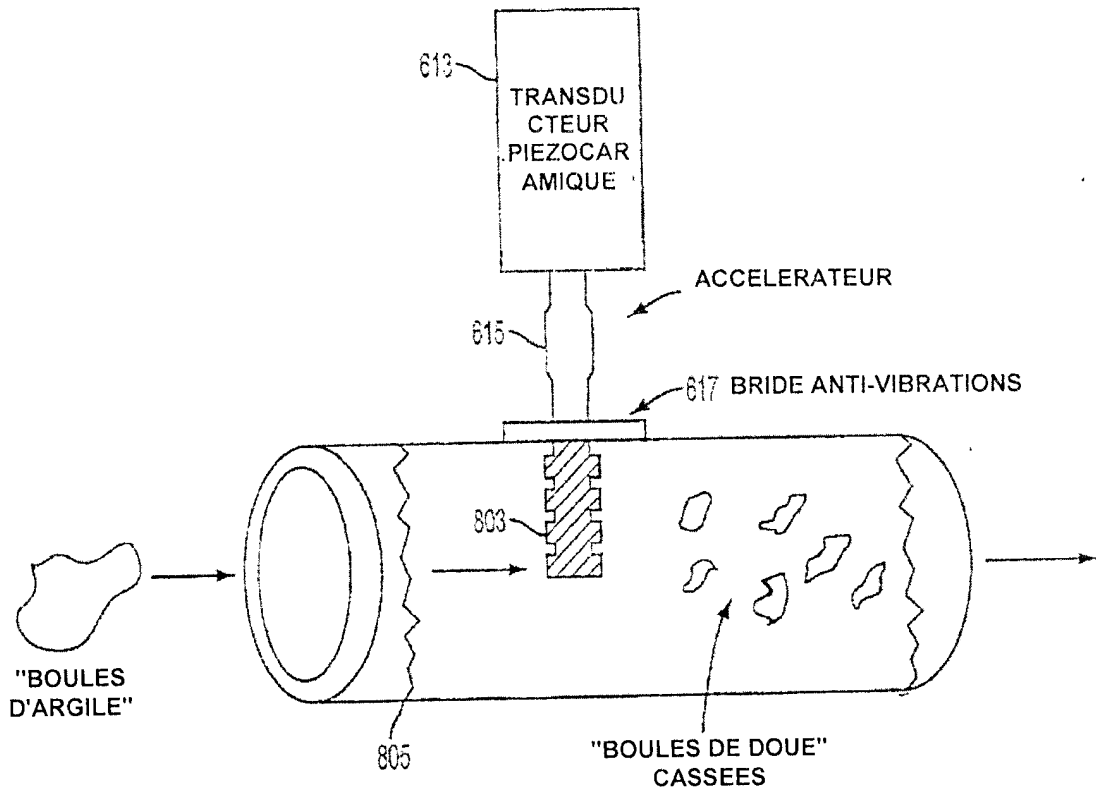


FIGURE 7

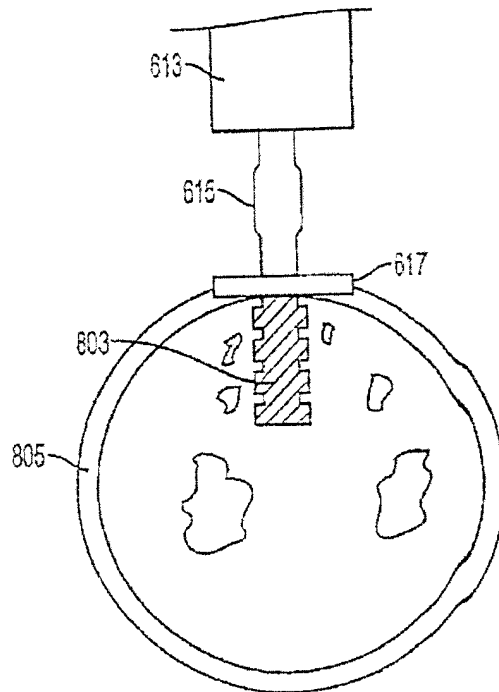


FIGURE 8

4