



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 28936 B1** (51) Cl. internationale : **B01F 5/06; F15D 1/02; F16L 9/00; F28F 13/12**
- (43) Date de publication : **01.10.2007**


- 
- (21) N° Dépôt : **29832**
- (22) Date de Dépôt : **17.04.2007**
- (30) Données de Priorité : **21.09.2004 GB 0420971.4**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/GB2005/003632 21.09.2005**
- (71) Demandeur(s) : **IMPERIAL COLLEGE INNOVATIONS LIMITED, 47 Prince's Gate, Exhibition Road London SW7 2QA (GB)**
- (72) Inventeur(s) : **CARO, Colin, Gerald ; BIRCH, Philip, Lloyd ; TALLIS, William**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

- 
- (54) Titre : **CANALISATION**
- (57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UNE CANALISATION (1) DESTINÉE À ÊTRE UTILISÉE DANS LE CADRE D'ACTIVITÉS INDUSTRIELLES, LA CANALISATION (1) PRÉSENTANT UNE GÉOMÉTRIE PARTICULIÈRE. PLUS PRÉCISÉMENT, LA CANALISATION (1) PREND LA FORME D'UNE HÉLICE DE FAIBLE AMPLITUDE QUI PROVOQUE LE TOURBILLONNEMENT D'UN FLUIDE S'ÉCOULANT À TRAVERS ELLE. CET ÉCOULEMENT TOURBILLONNAIRE OFFRE UN GRAND NOMBRE D'AVANTAGES. LA CANALISATION (1) TROUVE DES APPLICATIONS PARTICULIÈRES DANS LES COLONNES MONTANTES ET LES CONDUITES D'ÉCOULEMENT EN PRODUCTION PÉTROLIÈRE, LE TUBAGE DE PRODUCTION UTILISÉ EN FOND DE TROU DANS LES PUIITS, LES PIPELINES DE TRANSPORT DE FLUIDES, LES MÉLANGEURS STATIQUES, LES COUDES, LES JONCTIONS OU AUTRES, LES CANAUX D'AMENÉE ET LES TUBES D'ASPIRATION, LES RÉACTEURS POUR LES APPLICATIONS CHIMIQUES, PÉTROCHIMIQUES ET PHARMACEUTIQUES, LES ÉCHANGEURS DE CHALEUR, LES BOÎTES FROIDES,

LES INCINÉRATEURS ET LES FOURS POUR L'ÉLIMINATION DES DÉCHETS, LES  
SÉPARATEURS STATIQUES AINSI QUE LES PRISES D'AIR.

## RESUME

La présente invention concerne une canalisation (1) destinée à être utilisée dans le cadre d'activités industrielles, la canalisation (1) présentant une géométrie particulière. Plus précisément, la canalisation (1) prend la forme d'une hélice de faible amplitude qui provoque le tourbillonnement d'un fluide s'écoulant à travers elle. Cet écoulement tourbillonnaire offre un grand nombre d'avantages. La canalisation (1) trouve des applications particulières dans les colonnes montantes et les conduites d'écoulement en production pétrolière, le tubage de production utilisé en fond de trou dans les puits, les pipelines de transport de fluides, les mélangeurs statiques, les coudes, les jonctions ou autres, les canaux d'amenée et les tubes d'aspiration, les réacteurs pour les applications chimiques, pétrochimiques et pharmaceutiques, les échangeurs de chaleur, les boîtes froides, les incinérateurs et les fours pour l'élimination des déchets, les séparateurs statiques ainsi que les prises d'air.



## CANALISATION

La présente invention concerne une canalisation à utiliser dans les activités industrielles, qui a une géométrie particulière.

5 Beaucoup de procédés industriels impliquent le transport de fluides d'une partie d'une installation ou d'une machine à une autre, et ceci est réalisé habituellement par l'emploi d'une canalisation. Le fluide peut également être traité au cours de son passage à travers la canalisation, par exemple, en chauffant, en irradiant, par une réaction chimique, et ainsi de suite.

10 Les canalisations utilisées de cette façon et en particulier celles utilisées pour le transport de fluides sur de longues distances, sont normalement droites, du fait que leurs axes sont des lignes droites et que les parois des canalisations sont parallèles aux axes des canalisations.

15 Cependant, on a trouvé qu'il est possible d'utiliser des géométries alternatives pour les canalisations, pouvant fournir de nombreux avantages par comparaison aux canalisations droites. En particulier, une canalisation formée comme une hélice de faible amplitude offre plusieurs avantages significatifs par comparaison à une canalisation droite.

20 Le terme "hélice de faible amplitude" signifie que la canalisation est formée de façon telle que son axe suit une trajectoire essentiellement hélicoïdale, et que l'amplitude de l'hélice est égale ou inférieure à la moitié du diamètre interne de la canalisation.

25 Lorsque le fluide pénètre une section de la canalisation formée en hélice de la façon susmentionnée, un flux tourbillonnaire est établi presque immédiatement. Le flux tourbillonnaire a de nombreux avantages par comparaison au flux conventionnel. La turbulence, et les pertes de pression y associées (et les pertes d'énergie), peuvent être réduites. En plus, comme conséquence au mélange en dessus de la section transversale, le profil de vitesse du flux à travers la canalisation est plus uniforme (ou plus émoussé)  
30 tourbillonnaire tendant à agir comme un plongeur, éraflant les parois de la canalisation.

35 On a découvert que le flux tourbillonnaire est en général établi à travers la largeur entière de la canalisation à quelques millimètres de l'entrée dans une hélice de faible amplitude. En outre, le mouvement secondaire et le mélange en dessus de la section transversale associée au flux tourbillonnaire occasionnent un transfert considérable de masse, de quantité de mouvement et de chaleur dans le fluide à l'intérieur du centre, et entre le fluide aux parois de la canalisation et le fluide à l'intérieur du centre.

Le terme "amplitude de l'hélice" comme utilisé ici désigne le degré de

déplacement de l'axe de la canalisation à partir d'une position médiane à une extrémité latérale. L'amplitude est ainsi une moitié de la largeur latérale totale de l'axe hélicoïdal. La section transversale de la canalisation est normalement pratiquement constante le long de sa longueur, mais elle peut varier en fonction des caractéristiques particulières requises.

Dans une canalisation hélicoïdale de faible amplitude de ce type, où l'amplitude de l'hélice est moins que la moitié du diamètre interne de la canalisation, il y a une "ligne de visée" le long du lumen de la canalisation. Bien que le flux à la ligne de visée puisse potentiellement suivre une trajectoire droite, on a trouvé qu'il a en général une composante tourbillonnaire.

Aux fins de cette spécification, le terme "amplitude relative" de la canalisation hélicoïdale est défini comme l'amplitude divisée par le diamètre interne. Puisque l'amplitude de la canalisation hélicoïdale est inférieure ou égale à la moitié du diamètre interne de la canalisation, ceci signifie que l'amplitude relative est inférieure ou égale à 0.5. Les amplitudes relatives inférieures ou égales à 0.45, 0.40, 0.35, 0.30, 0.25, 0.20, 0.15, 0.1 ou 0.05 sont éventuellement préférées. Des amplitudes relatives plus petites fournissent un meilleur emploi de l'espace latéral disponible, étant donné que la canalisation n'est pas tellement plus vaste en général qu'une canalisation droite normale avec la même section transversale. Des amplitudes relatives plus petites occasionnent également une "ligne de visée" plus large, fournissant un plus grand espace pour l'insertion des manomètres ou d'autres équipements le long de la canalisation. Toutefois, de très petites amplitudes relatives peuvent dans certaines circonstances occasionner à un mouvement secondaire et un mélange réduits.

Avec des nombres de Reynolds supérieurs, des amplitudes relatives inférieures peuvent être utilisées tandis qu'un flux tourbillonnaire est induit jusqu'à un degré satisfaisant. Ceci signifiera en général que, pour un diamètre interne donné, où il y a un débit élevé, une amplitude relative faible peut être utilisée tout en étant toujours suffisante pour induire un débit tourbillonnaire.

L'angle de l'hélice (ou pas, où le pas est la longueur d'un tour de l'hélice et peut être défini en termes du diamètre interne de la canalisation) est également un facteur pertinent pour influencer le flux. Comme avec l'amplitude relative, l'angle de l'hélice peut être optimisé en fonction des conditions, et en particulier la viscosité, la densité et la vitesse du fluide transporté par la canalisation. L'angle de l'hélice est de préférence inférieur ou égal à 65°, fort préférentiellement inférieur ou égal à 55°, 45°, 35°, 25°, 20°, 15°, 10° ou 5°.

D'une manière générale, pour des nombres de Reynolds supérieurs,

l'angle de l'hélice peut être plus petit tandis qu'un flux tourbillonnaire satisfaisant est achevé, alors qu'avec des nombres de Reynolds inférieurs un angle d'hélice supérieur sera requis pour produire un tourbillon satisfaisant. L'emploi d'angles d'hélice supérieurs pour des flux plus rapides (avec des nombres de Reynolds supérieurs) sera en général indésirable, comme il peut y avoir des poches proches de fluide stagnant aux parois. Par conséquent, pour un nombre de Reynolds donné (ou une gamme de nombre de Reynolds), l'angle de l'hélice sera de préférence choisi de façon à être aussi faible que possible pour produire un tourbillon satisfaisant. Dans certains modes de réalisation, l'angle de l'hélice est inférieur à 20°.

Une longueur de tuyau ayant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude est montrée dans la figure 1. Ce tuyau 1 a une section transversale circulaire, un diamètre externe  $D_E$ , un diamètre interne  $D_i$  et une épaisseur de paroi  $T$ . Le tuyau est enroulé en hélice d'amplitude constante  $A$  (comme mesuré du milieu à l'extrémité), avec un pas constant  $P$ , un angle d'hélice constant  $\theta$  et une largeur balayée  $W$ . Le tuyau 1 est contenu dans une enveloppe imaginaire 20 qui s'étend longitudinalement et qui a une largeur égale à la largeur balayée  $W$  de l'hélice. L'enveloppe 20 peut être considérée comme ayant un axe longitudinal central 30, qui peut être désigné aussi par axe de rotation hélicoïdale. Le tuyau 1 illustré a un axe droit 30, mais il sera entendu que l'axe central peut être courbé, ou peut prendre en effet toute forme en fonction des requis. Le tuyau a un axe 40 qui suit une trajectoire hélicoïdale autour de l'axe longitudinal central 30.

On constatera que l'amplitude  $A$  est moins que la moitié du diamètre interne du tuyau  $D_i$ . En maintenant l'amplitude en dessous de cette dimension, l'espace latéral occupé par le tuyau et la longueur globale du tuyau peuvent être maintenus relativement petits, tandis que la configuration hélicoïdale du tuyau favorise en même temps un flux tourbillonnaire du fluide le long du tuyau. Ceci fournit également un lumen relativement large le long du tuyau, qui permet le passage des instruments, des appareils et semblables au bas du tuyau.

L'emploi d'une canalisation hélicoïdale de faible amplitude peut être bénéfique pour un grand nombre de processus impliquant le mouvement ou le transport du fluide à travers les canalisations, le mélange des fluides à l'intérieur des canalisations, le transfert de chaleur et de masse dans ou hors du fluide à l'intérieur des canalisations, de processus où une déposition ou une contamination survient à l'intérieur des canalisations et de processus où des réactions chimiques ont lieu à l'intérieur des canalisations. Cet emploi est applicable aux gaz ou aux liquides sous forme de phase unique ou à un mélange de gaz, de liquides ou de solides en toute combinaison comme un mélange à phases multiples. L'emploi d'une telle canalisation peut avoir un

impact économique important.

Comme exemple, la réduction de la turbulence et la chute de pression réduite y associée assurée par le flux tourbillonnaire, dans des conditions appropriées, occasionneront des coûts de pompage réduits.

5 Ceci peut être significatif dans la distribution d'hydrocarbures à travers les oléoducs (pipelines), y compris le processus de production du pétrole brut et du gaz. Par exemple, les risers de production du pétrole et les conduites d'écoulement à utiliser à terre ou au large peuvent inclure au moins une  
10 portion qui a une géométrie hélicoïdale de faible amplitude. La géométrie hélicoïdale de faible amplitude améliore la dynamique du flux dans le riser ou la conduite d'écoulement, du fait qu'elle réduit la turbulence du flux à travers la conduite d'écoulement ou le riser, et réduit ainsi la perte de pression.

15 La conduite d'écoulement ou le riser peut être essentiellement vertical, essentiellement horizontal ou peut avoir une géométrie courbée, y compris une forme en S ou une forme caténaire. La conduite d'écoulement ou le riser peut être rigide ou flexible, ou toute combinaison des deux. La conduite d'écoulement ou le riser peut être construit à partir de toute combinaison de matières, et peut inclure des anneaux de raidissement.

20 De même, une colonne de production pour un emploi de fond dans des puits de pétrole, de gaz, d'eau ou géothermiques peut utiliser une géométrie hélicoïdale de faible amplitude. Au moins une portion d'un puit contiendra une colonne de production avec une géométrie hélicoïdale de faible amplitude. Les avantages incluront une réduction de la turbulence du flux et une perte de pression réduite.

25 En plus, les oléoducs pour le transport d'hydrocarbures peuvent utiliser une géométrie hélicoïdale de faible amplitude, et jouiront d'avantages en termes de turbulence de flux réduite et de perte de pression réduite. Naturellement, les oléoducs pour le transport d'autres fluides, comme l'eau  
30 potable, les eaux usées et les égouts, les bouillies, les poudres, les produits alimentaires ou les boissons, ou en effet tout fluide à phase unique ou à phases multiples, peuvent également avoir une géométrie hélicoïdale de faible amplitude et bénéficier des mêmes avantages.

35 Une autre zone où la chute de pression réduite a un avantage particulier est dans le contexte des canaux forcés et des aspirateurs dans les applications de l'énergie hydraulique. Une chute de pression réduite occasionnera une production accrue d'énergie, et même une petite réduction de la chute de pression peut occasionner une très grande augmentation du rendement énergétique fourni durant la vie de l'installation.

40 Une chute de pression réduite est également importante dans la distribution de la vapeur autour des centrales électriques et d'autres

installations industrielles. Elle est également importante pour l'opération des réactions chimiques où la pression doit être maintenue au niveau le plus bas possible afin d'améliorer les rendements, y compris les processus opérés sous vide, comme la production d'oléfines par pyrolyse et la production de styrène à partir de l'éthylbenzène.

L'opération de mélange dans les canalisations est importante dans plusieurs industries, y compris les industries chimiques, alimentaires, pharmaceutiques, les industries de l'eau et du pétrole. Il est souvent important qu'une petite quantité de substance chimique active soit uniformément distribuée dans une grande masse d'autre matière. Dans certains cas, ceci est connu par dosage. Les exemples comprendraient l'ajout d'un anti-oxydant à une variété de matières et d'aliments, et l'ajout de chlore ou d'alcali à l'eau potable. Puisque l'hélice de faible amplitude délivre intrinsèquement un bon mélange, elle peut réduire la quantité de substance chimique active nécessaire pour assurer une concentration suffisante nécessaire pour réaliser l'objectif souhaité, et peut assurer l'absence locale de concentrations inadmissiblement élevées (ou faibles) d'additifs.

Le mélange est également important où il est requis de rassembler deux grands flux de fluides ou plus et de garantir qu'ils ne demeurent pas séparés. Le mélange est aussi important où il est bénéfique de retenir le fluide sous forme d'une phase mixte stable (pour prévenir une séparation de phase indésirable). Ceci est important dans la production du pétrole brut et du gaz, où la séparation du gaz crée un coup de liquide qui réduit la capacité des oléoducs et hausse les coûts de l'opération. En effet, un autre avantage principal de l'emploi d'une géométrie hélicoïdale de faible amplitude dans les risers de production du pétrole et les conduites d'écoulement, ainsi que dans les colonnes de production pour un emploi de fond, et les oléoducs de transport d'hydrocarbures et d'autres fluides est la réduction de l'écoulement à bouchon. Le mélange de phase amélioré est également significatif dans les oléoducs, comme il tend à garder le gaz ou l'air dans le fluide, plutôt que de le laisser se collecter aux points élevés de la canalisation et de créer probablement des poches d'air.

Le mélange est également important dans le transport de solides par un liquide, comme dans le transport des eaux d'égout ou le transport de minéraux par oléoducs dans les procédés d'extraction de minéraux, pour empêcher la précipitation des solides. Cette réduction de la sédimentation (et de la précipitation de minéraux et/ou d'hydrocarbures) est également significative pour les risers de production de pétrole et les conduites d'écoulement, ainsi que pour les colonnes d'extraction pour un emploi de fond. La réduction de la sédimentation est également importante dans les applications de l'énergie hydraulique. En plus, dans les risers de production de pétrole et les conduites



d'écoulement, ainsi que dans les colonnes d'extraction pour un emploi de fond, le mélange amélioré réduit le risque de déversement de l'eau.

5 A titre d'exemple, les mélangeurs statiques pour le dosage chimique, et pour la transformation alimentaire, chimique, pétrochimique et pharmaceutique, peuvent utiliser une géométrie hélicoïdale de faible amplitude. Les avantages incluront un mélange croisé renforcé, et un blocage réduit par les sédiments ou les précipités. En plus, comme discuté ci-dessus, la géométrie hélicoïdale de faible amplitude donnera aussi une perte de pression réduite dans le mélangeur. En outre, puisqu'il y a un lumen à "ligne de visée" le long de la portion hélicoïdale de faible amplitude, et qu'il n'y a pas de déflecteurs ou d'aubes comme c'est couramment trouvé dans les mélangeurs conventionnels, le nettoyage est facilité davantage. Ces avantages occasionneront un entretien réduit et une usure réduite.

15 En outre, le mélange amélioré (en particulier le mélange thermique) et la perte de pression réduite, qui peut être réalisée en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude, sont particulièrement bénéfiques pour les échangeurs thermiques des centrales électriques, les boîtes froides de réfrigération, les boîtes froides de séparation de l'air, et semblables.

20 La canalisation hélicoïdale de faible amplitude peut également être utilisée pour assurer un mélange complet des composants avant la réaction. Ceci assurera que la réaction soit plus complète et que les matières soient utilisées efficacement. Typiquement ceci impliquerait le mélange des réactifs gazeux ou liquides avant de les passer sur un catalyseur. Toutefois, il est spécifiquement prévu que ceci pourrait être utilisé pour mélanger le carburant et l'air avant de les passer dans un moteur à combustion interne. Ceci améliorerait l'efficacité du processus de combustion interne et réduirait la quantité de carburant imbrûlé ou partiellement brûlé et de solides fins passant dans l'atmosphère. Cette dernière amélioration réduira également la demande sur et, par conséquent, améliorer la performance du convertisseur catalytique en aval des moteurs à combustion interne utilisés dans le transport routier.

30 Puisque la canalisation hélicoïdale de faible amplitude assure un écoulement (tourbillonnement) hélicoïdal à l'intérieur des canalisations et génère un profil de vitesse plus émoûsé, la vitesse et l'uniformité du transfert thermique du et au fluide à l'intérieur de la canalisation peuvent être améliorées. Dans un flux normal, le fluide au centre de la canalisation se déplace beaucoup plus rapidement que le fluide près des parois de la canalisation, d'où si la canalisation est chauffée, le fluide près des parois sera chauffé d'un degré supérieur au fluide près du centre de la canalisation.

40 Toutefois, comme le flux tourbillonnaire a un profil de vitesse plus émoûsé (et ainsi plus uniforme), il est moins probable que des parties du

fluide soient surchauffées ou sous-chauffées, causant des effets indésirables. La canalisation hélicoïdale de faible amplitude permet le transfert de la même chaleur avec une température différentielle inférieure entre l'intérieur et l'extérieur de la canalisation.

5 Ceci peut être particulièrement avantageux lorsqu'un composant est ajouté à un fluide et traité d'une certaine façon (comme en chauffant). Avec un faible mélange, la partie du mélange qui se déplace rapidement sera soustraite, et la partie du mélange qui se déplace lentement sera sur-traitée ;  
10 toutefois, avec le très bon mélange fourni par la géométrie hélicoïdale de faible amplitude, ceci peut être évité et un traitement plus uniforme réalisé.

Ceci peut avoir un avantage économique important dans les fours comme les fours de craquage d'oléfines, les fours de préchauffage pour les craqueurs thermiques des raffineries ou les viscoréducteurs, les échangeurs à  
15 conduite de transfert dans les installations de production d'oléfines, les échangeurs thermiques dans les centrales électriques, les boîtes froides pour les unités de réfrigération industrielles, les boîtes froides pour les unités de séparation de l'air et les unités de réfrigération en général.

Le profil de vitesse net est également bénéfique dans les applications des hydrocarbures. Les turbines tendent à mieux fonctionner lorsque le profil  
20 de vitesse est plus émoussé, d'où l'utilisation de portions hélicoïdales de faible amplitude peut ainsi améliorer l'efficacité. Des avantages additionnels du flux tourbillonnaire dans le contexte des applications d'hydrocarbures incluent une cavitation réduite et des contraintes réduites de la canalisation.

En plus, l'aspect "plongeur" du flux tourbillonnaire généré par la  
25 canalisation hélicoïdale de faible amplitude peut fournir des avantages économiques significatifs aux procédés ayant lieu dans les canalisations où la déposition de particules fines ou d'autres particules solides sur la paroi interne de la canalisation crée une barrière au transfert thermique, ou contamine le  
30 fluide s'y écoulant, ou réduit le flux de fluide à travers la canalisation. De telles particules fines ou autres particules solides peuvent être présentes dans le fluide, ou peuvent être créées par une réaction chimique entre les composants du fluide.

L'utilisation d'une canalisation hélicoïdale de faible amplitude est  
35 prévue réduire significativement une telle déposition de solides sur les parois internes de la canalisation, prolongeant ainsi sa durée de vie avant le nettoyage, réduisant la quantité de chaleur nécessaire et réduisant la chute de pression par comparaison à la canalisation encrassée. Les exemples où cet effet pourrait être économiquement significatif sont le transport des solides  
40 dans les oléoducs de liquides, et aussi la production d'oléfines par pyrolyse, où la déposition de coke à l'intérieur des bobines des fours requiert de les

mettre hors service pour le nettoyage (typiquement chaque 20 à 60 jours). Un effet semblable survient dans d'autres fours comme les fours de préchauffage pour les processus de raffinage.

5 En outre, le profil de vitesse émoussé et l'aspect "plongeur" sont extrêmement utiles dans le contexte du traitement en lots, qui est courant dans la transformation pharmaceutique et la transformation alimentaire. En raison du profil de vitesse émoussé, la dispersion axiale des lots peut être réduite et le pic de concentration réalisé beaucoup plus tôt que pour les arrangements conventionnels. Ces caractéristiques sont particulièrement avantageuses si les  
10 lots sont petits. En plus, le "flux plongeur" aide à éliminer les traces d'un premier composant des parois de la canalisation après le passage à un deuxième composant, ce qui aide à réduire la chance de contamination du traitement en lot. Le temps requis pour laver le système peut au moins être réduit ainsi que la quantité de fluide requise pour exécuter le lavage.

15 L'emploi d'une canalisation hélicoïdale de faible amplitude peut également avoir une signification économique matérielle où les réactions chimiques se passent dans des canalisations ou des tubes. La combinaison du mélange amélioré et du transfert thermique plus uniforme améliorera les rendements et favorisera l'accomplissement des réactions (y compris la  
20 combustion). L'amélioration des rendements réduira également les coûts de séparation en aval. Les exemples de processus où ceci serait important incluent la production d'oléfines et d'autres réactions semblables en phase gazeuse, comme le craquage du toluène pour former le benzène, et la conversion du butène-1 en butadiène. Lorsque de telles réactions impliquent  
25 la production de plus d'une molécule de produit pour chaque molécule de charge, la chute de pression inférieure dans le réacteur et son oléoduc en aval, qui peut être réalisée par l'emploi d'une canalisation hélicoïdale de faible amplitude, fournit un avantage additionnel de la pression moyenne inférieure, car elle réduira la possibilité de recombinaison des molécules du produit pour  
30 former la charge ou d'autres sous-produits indésirables. En plus, l'emploi d'une géométrie hélicoïdale de faible amplitude dans les réacteurs pour les applications chimiques, pétrochimiques et pharmaceutiques peut entraîner une déposition réduite de carbone dans les tubes du réacteur, qui a une importance particulière dans l'industrie de pétrochimie.

35 Le mélange amélioré et le transfert thermique plus uniforme favoriseront également l'accomplissement des réactions de combustion sans une grande quantité d'air en excès (supérieure à celle requise par la stœchiométrie des réactions). Ceci est particulièrement important pour les fours d'incinération ou les fours de déchets, où il est nécessaire d'assurer une  
40 réaction complète pour prévenir l'échappement des produits chimiques et/ou des particules nuisibles à l'environnement et à la santé humaine dans

l'atmosphère. Ceci pourrait être empêché et une combustion complète assurée en passant les gaz de combustion, toujours chauds, à travers une section de la canalisation formée comme une hélice de faible amplitude avant de les passer dans l'atmosphère. La génération d'un flux tourbillonnaire à travers le four  
5 augmentera la vitesse et l'efficacité de la combustion, et favorisera l'élimination des déchets.

Lorsqu'elle est utilisée avec des flux qui incluent deux ou plusieurs phases différentes, la portion hélicoïdale de faible amplitude peut être utilisée aussi pour séparer "en ligne" un mélange de fluides ayant différentes densités.  
10 Le tourbillonnement créé par le flux hélicoïdal tend à déplacer les composants de densité supérieure du mélange vers les parois du tube et les composants de densité inférieure vers l'axe de la canalisation, en raison de l'effet centrifuge. Au moyen d'arrangements appropriés, les composants de densité supérieure (ou inférieure) peuvent être retirés, laissant le composant restant présent en  
15 concentration élevée. Le procédé peut être répété en utilisant d'autres séparateurs statiques en ligne semblables. Cette séparation peut être utilisée pour enlever les gaz des liquides et, par conséquent, utilisée pour aider à réduire le coup de liquide dans l'industrie de pétrochimie en particulier.

Une approche semblable à celle-ci peut être utilisée pour augmenter ou  
20 diminuer la concentration des particules dans un fluide en écoulement. Ceci sera réalisé en retirant le fluide au voisinage de l'axe du tube ou de la proximité des parois du tube.

En plus, le flux tourbillonnaire causé par la portion hélicoïdale de faible amplitude peut être utilisé pour enlever la matière particulaire d'un flux. Ceci  
25 est particulièrement important, par exemple, dans les prises d'air. Les prises d'air sont utilisées dans plusieurs situations importantes où l'air est requis et en particulier dans les véhicules où l'air est requis pour la combustion et/ou le refroidissement. Les prises d'air des hélicoptères en particulier nécessitent habituellement des séparateurs de poussières, pour empêcher que la poussière  
30 atteigne le moteur, mais le flux tourbillonnaire généré par la géométrie hélicoïdale de faible amplitude peut être utilisé pour séparer la poussière du flux d'air sans recourir à des filtres séparés.

En outre, on a trouvé que le flux tourbillonnaire causé par une portion hélicoïdale de faible amplitude se poursuit sur une certaine distance dans une  
35 canalisation droite en aval de la section. Ainsi, une section de la canalisation hélicoïdale de faible amplitude peut être insérée en amont de structures comme les coudes, les jonctions en té ou les jonctions en Y, les manifolds, et/ou les changements de la section transversale du conduit, où le flux tourbillonnaire généré par la portion hélicoïdale de faible amplitude  
40 supprimerait le décollement du flux, la stagnation et l'instabilité du flux, avec des avantages quant aux coûts de pompage et à la corrosion et à l'usure dans

les canalisations. Les avantages particuliers du flux tourbillonnaire au coude, à la jonction ou semblables seront un décollement réduit du flux, menant à une perte de pression réduite, une sédimentation et une précipitation réduites, une cavitation réduite et une stabilité accrue du flux. Les canalisations à géométrie hélicoïdale de faible amplitude positionnées avant les coudes réduiront également l'érosion particulaire aux coudes des canalisations, ce qui peut être particulièrement avantageux pour l'alimentation des centrales électriques en carburant.

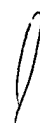
Il sera ainsi évident aux personnes compétentes dans l'art qu'une canalisation à géométrie hélicoïdale de faible amplitude peut fournir plusieurs avantages dans de nombreuses situations.

15

20

25

30



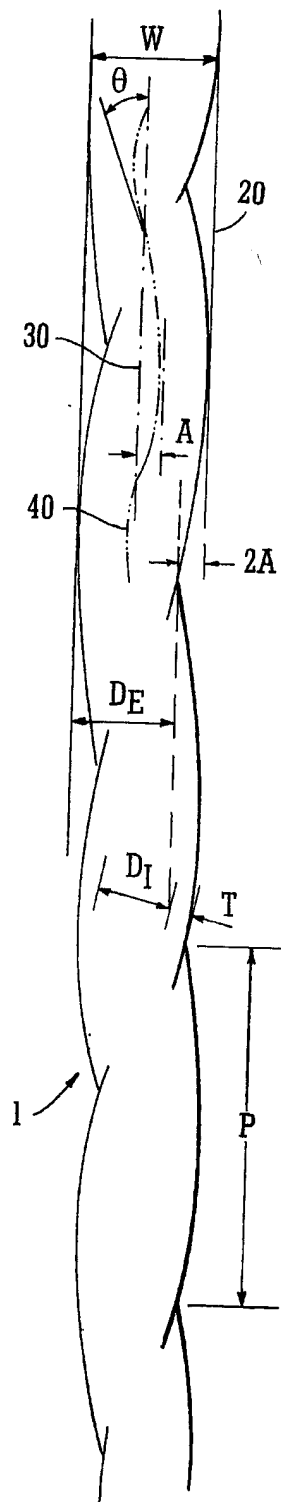
## REVENDEICATIONS

1. Des risers de production du pétrole et des conduites d'écoulement à utiliser à terre ou au large, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
- 5 2. Une colonne de production pour un emploi de fond dans des puits de pétrole, de gaz, d'eau ou géothermiques, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
3. Des oléoducs pour le transport d'hydrocarbures, d'eau potable, d'eaux usées et d'égouts, de bouillies, de poudres, de produits alimentaires ou de  
10 boissons, ou tout autre fluide à phase unique ou à phases multiples, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
4. Des mélangeurs statiques pour un dosage chimique, et la transformation alimentaire, chimique, pétrochimique et pharmaceutique, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
- 15 5. Des coudes, des jonctions ou semblables, impliquant une longueur de canalisation à géométrie hélicoïdale de faible amplitude en aval d'un coude planaire ou semblable, qui générera un flux tourbillonnant autour du coude.
6. Des conduites forcées et des aspirateurs pour les applications de l'énergie hydraulique, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible  
20 amplitude.
7. Des réacteurs pour des applications chimiques, pétrochimiques et pharmaceutiques, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
8. Des échangeurs thermiques dans les centrales électriques, des boîtes froides de réfrigération et des boîtes froides de séparation de l'air, en utilisant  
25 une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
9. Des fours d'incinération et des fours de déchets, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
10. Des séparateurs statiques à utiliser dans des processus industriels où il y a un flux d'un mélange de fluides ayant des densités différentes, en utilisant  
30 une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
11. Des prises d'air, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.
12. Une prise d'air pour un moteur à combustion interne, en utilisant une géométrie hélicoïdale de faible amplitude.

35

**Nombre de lignes : 431**

1/1



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)