

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication : **2 581 566**

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

②① N° d'enregistrement national : **85 09577**

⑤① Int Cl⁴ : B 01 J 19/18; B 01 D 37/08; B 01 F 7/04.

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A

②② Date de dépôt : 24 juin 1985.

③⑦ Priorité : US, 9 mai 1985, n° 732261.

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 46 du 14 novembre 1986.

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : *LITTLEFORD BROS, INC. — US.*

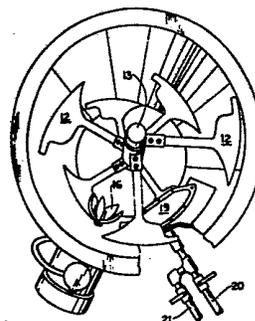
⑦② Inventeur(s) : Thomas A. Resine et George L. Ely.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet Harlé et Phélip.

⑤④ Appareil de mélange, de réaction, de séchage et de filtration en combinaison.

⑤⑦ L'invention concerne un appareil de mélange et de réaction constitué par une chambre de mélange et de réaction et par un élément mélangeur à action positive agencé pour mélanger des matières comportant un liquide et un solide placés dans ladite chambre, ledit élément mélangeur à action positive étant monté dans ladite chambre de façon à y réaliser une suspension liquide-solides. Cet appareil comporte un dispositif filtrant 19 situé dans ladite chambre tout près dudit élément mélangeur 12 de façon à entrer en contact avec ladite suspension sans nuire à l'effet de bon mélange, des moyens pour éliminer toute couche de solide et/ou peau pouvant se former sur le dispositif filtrant, et des moyens permettant d'extraire le liquide accumulé dans le dispositif filtrant.



FR 2 581 566 - A1

La présente invention a pour objet un appareil de mélange, de réaction, de séchage et de filtration en combinaison. Il y a lieu de considérer que la présente invention trouvera son application dans les opérations de mélange intensif à grande vitesse telles que les synthèses effectuées en chimie organique impliquant un processus de préparation de pâte au cours duquel des liquides et/ou des gaz sont éliminés d'un mélange solides-liquides-gaz. L'invention permet d'assurer tout le traitement dans une seule machine, de préférence un mélangeur à action positive, dans laquelle une pâte est amenée assez rapidement à l'état friable. Le mélange initial peut être composé de poudres sèches ou autres particules auxquelles on ajoute ultérieurement du liquide pour former la pâte.

L'invention est particulièrement appropriée pour être appliquée à des appareils et récipients de mélange tels que ceux décrits, par exemple, dans les brevets US 3 027 102, 2 750 163 et 2 679 385 (Lodige et al.). Toutefois, il apparaîtra à l'homme de métier, comme indiqué plus en détail dans ce qui suit, que l'invention pourra être facilement appliquée à d'autres appareils et récipients de mélange. L'appareil selon l'invention comporte un filtre monté dans le récipient de mélange de façon qu'il soit possible de mélanger, faire réagir, filtrer, laver et/ou sécher dans un seul récipient, en fonctionnement continu. On peut aussi associer au processus de filtrage diverses combinaisons de mélange, réaction, lavage et/ou séchage. La filtration peut avoir lieu en présence d'une pression interne appliquée au récipient ou d'une dépression appliquée au filtre. Du fait du brassage et de la réaction, de la matière fraîche se présente constamment au filtre pour échange avec de la matière présentée antérieurement.

Dans de nombreuses mises en oeuvre antérieures, on avait coutume de mélanger et de faire réagir une pâte de matières dans un premier récipient, puis de faire passer le mélange pâteux dans un autre appareil aux fins de séchage et de traitement. Ceci exige bien entendu le double de

matériel et de temps. La présente invention prévoit l'incorporation d'un filtre à l'unité de mélange et de réaction en vue de réduire nettement le temps nécessaire pour passer de l'état pâteux à l'état friable et permet ainsi d'effectuer le mélange, la réaction, le lavage et le séchage dans un récipient ou une chambre unique.

Une recherche a été réclamée à l'Office des brevets des Etats-Unis d'Amérique pour tenter de découvrir des antériorités à la présente invention. Cette recherche a fait apparaître les brevets énumérés ci-dessous, mais sans assertion que ceux-ci représentent en fait les éléments les plus voisins de la technique antérieure, bien que ce fût là l'objectif de la recherche. Ces brevets décrivent divers dispositifs filtrants qui semblent distants des appareils de mélange et de réaction.

	3 365 065	Varjabedian
	3 902 858	Chernykh
	3 902 962	Reinhall
	3 966 607	Gaynor et al
20	4 003 837	Osborne
	4 017 399	Lopker
	4 081 381	Rosenmund et al
	4 159 953	Paquette
	4 174 198	Kinoshita
25	4 178 246	Klein
	4 217 220	Egli et al
	4 226 716	White
	4 234 417	Gauld et al
	4 289 616	Hallack
30	4 315 820	Mann
	4 347 134	Svehaug

Parmi les récipients de mélange conçus antérieurement figurent des appareils et agencements tels qu'un tambour horizontal comportant un élément mélangeur tournant autour d'un axe horizontal, un tambour vertical à élément mélangeur tournant autour d'un axe vertical et un récipient conique vertical à éléments mélangeurs

verticaux tournant autour de leurs propres axes et suivant le pourtour intérieur du récipient, des récipients horizontaux en gouttière ouverte à éléments mélangeurs tournant autour d'un axe horizontal, des récipients rotatifs comportant des éléments mélanges fixes ou rotatifs avec rotation autour d'un axe horizontal ou vertical, ainsi que d'autres appareils encore. Toutefois, aucun de ces appareils ne comporte un filtre monté dans le récipient mélangeur comme prévu selon la présente invention pour assurer en continu un mélange, une réaction, un lavage et/ou un séchage, conjointement ou en toute combinaison, ainsi qu'un filtrage, dans le récipient de façon à faire passer les corps mélangés de l'état pâteux à l'état friable.

Toutefois, d'autres éléments intéressants de la technique antérieure ont été mis en lumière. Outre le brevet US 3 027 102 (Lodige et al) précité, on peut citer les brevets US 3 460 681 (List et al), 2 524 121 (Kilpatrick), 3 902 962 (Reinhall), 1 382 056 (Bontemps et al), 4 032 442 (Peterson), 3 161 591 (Petter et al) et 1 734 999 (Cruickshank) ; de plus, le compte rendu donné dans Chemical Engineers' Handbook Perry & Chillon, 5ème édition, pages 19-69 à 19-72 offre aussi de l'intérêt. Les plus importants de ces documents semblent être les brevets List et al et Kilpatrick en ce qu'ils décrivent un certain type de filtre conjointement avec un certain type de dispositif mélangeur, ainsi que le Chemical Engineers' Handbook qui décrit un filtre du type général utilisable selon la présente invention.

Selon l'invention, un élément filtrant est incorporé dans un récipient de mélange et de réaction. D'une manière générale, cet élément peut être situé n'importe où sur le pourtour interne du récipient ou au centre du volume du récipient. En particulier, on peut obtenir ce résultat en prolongeant l'élément filtrant à travers la paroi du récipient jusqu'au sein de la zone de mélange, ou l'élément filtrant peut être soit supporté dans la partie centrale du récipient, soit monté de manière

à faire partie d'une paroi d'extrémité ou latérale du récipient, soit fixé en place de manière permanente, soit monté temporairement de façon qu'on puisse l'insérer et/ou l'extraire pendant le traitement. De préférence, l'élément filtrant est tel qu'on puisse le nettoyer en le faisant fléchir par voie soit pneumatique, soit mécanique ou en le faisant traverser en sens inverse (par du gaz ou du liquide), ou même par une combinaison de ces méthodes. Cette possibilité de lavage à contresens sert aussi à la mise en oeuvre de l'invention dans les cas où il est aussi souhaitable de constituer d'abord une couche de matière sur le filtre pour contribuer à la capture de petites particules et de détacher ensuite cette couche en éliminant de ce fait la peau de particules agrégées qui se forme souvent sur elle.

Il importe, dans l'appareil et dans le procédé selon la présente invention, d'obtenir un brassage intense. Ceci contribue à empêcher que de la matière s'accumule en couche trop épaisse sur le filtre. Ce résultat peut être obtenu au moyen du mélangeur à action positive décrit ici. Tout excès de matière qui commence bel et bien à s'accumuler sur le filtre se trouve très rapidement éliminé de sorte que la peau précitée est aussi éliminée et fragmentée. On peut favoriser cet effet en disposant certains des éléments mélangeurs de façon qu'ils passent à grande vitesse relativement près des faces du filtre.

Le filtre n'a pas à être fixe. Il peut par exemple tourner. On pourrait obtenir ce résultat en le fixant à l'arbre mélangeur ou à un tambour rotatif. Il faut toutefois le monter, fixe ou mobile à pivotement ou d'autre façon dans la chambre de mélange et de réaction, de façon qu'il entre en contact avec la pâte.

On peut monter l'élément filtrant sur un bâti constituant une structure de support de l'élément. Le milieu filtrant peut être réalisé en matériau métallique ou en tissu synthétique ou naturel. Dans une version de l'invention, l'élément filtrant est constitué par une cage

en fil métallique supportant une toile de Teflon.

Dans la forme de réalisation préférée de l'invention, on met le dispositif filtrant sous dépression pour assurer une filtration positive. Toutefois, ceci n'est
5 pas toujours nécessaire et l'on peut assurer la filtration en engendrant ou en communiquant à l'intérieur de la chambre de mélange une pression établie au moyen d'un gaz ou d'une vapeur. On peut incorporer dans la chambre de mélange et de réaction un certain nombre d'éléments filtrants qui
10 dépendent de la grandeur de cette chambre et de la vitesse de filtration ou du degré de siccité à obtenir. On peut faire varier la configuration particulière du dispositif filtrant. Il peut être aussi souhaitable d'agencer ce dispositif en sorte de pouvoir l'introduire dans la chambre
15 de mélange et l'en extraire à coulissement, des joints d'étanchéité appropriés étant prévus.

Par incorporation d'un dispositif filtrant dans la chambre de mélange et de réaction, il est possible d'accélérer le séchage de façon à amener la pâte à l'état
20 friable à une vitesse non obtenue jusqu'à présent. Comme indiqué, l'incorporation d'un filtre à l'unité de mélange et de réaction réduit le temps voulu pour amener la pâte à l'état friable, ce qui rend possible d'effectuer le mélange, la réaction et le séchage dans un même récipient.
25 Ce point est particulièrement important pour la synthèse en chimie organique où interviennent dans un même récipient d'abord une opération de préparation de pâte, suivie de près par la filtration ou la décantation de la fraction liquide, le lavage de solides insolubles pour l'élimination
30 des substances solubles et le séchage des solides, le tout dans un seul récipient. En raison de la nature toxique de nombreux produits chimiques organiques, la réalisation de toutes les opérations précitées dans un seul récipient présente une importance qui va bien au-delà de la simple
35 économie réalisée en effectuant tous les traitements dans un même récipient.

On va maintenant décrire l'invention en détail

en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- Figure 1 est une vue en perspective d'un mélangeur à action positive comportant au moins un filtre réalisé conformément à l'invention ;

5 - Figure 2 est une vue en perspective de l'intérieur du mélangeur à action positive montrant les emplacements relatifs préférés des outils mélangeurs primaires, d'un hacheur tournant rapidement et du dispositif filtrant ;

10 - Figure 3 est une vue en coupe partiellement schématique du mélangeur, montrant les positions relatives de l'outil mélangeur, du hacheur et du dispositif filtrant ;

15 - Figure 4 est une représentation schématique assez simplifiée d'un mélangeur à action positive comportant une série d'éléments mélangeurs en soc de charrues, une série de hacheurs tournant rapidement et une série de dispositifs filtrants disposés dans la chambre de mélange avec établissement d'une relation particulière entre les socs et les filtres, ainsi que les hacheurs ;

20 - Figure 5 est une vue agrandie, avec arrachement partiel, d'un filtre pouvant être incorporé au dispositif combiné de mélange, de réaction, de séchage et de filtration selon la présente invention ;

- Figure 6 est une vue de dessus suivant la ligne 6-6 de la figure 5 ;

25 - Figure 7 est une vue en coupe suivant la ligne 7-7 de la figure 5 ;

- Figure 8 est une vue schématique d'un dispositif de mélange et de réaction de type "nauta" en forme de cône renversé comportant application de la présente invention ;

30 - Figure 9 est une représentation schématique du mécanisme d'écoulement de liquide à travers les gâteaux ; et

35 - Figures 10 à 14 sont des représentations schématiques sous forme de courbes de certains des phénomènes associés à la présente invention.

Un mélangeur-réacteur est désigné par la référence générale 10 sur la figure 1. Cet appareil est très analogue

à celui décrit dans le brevet US 3 017 102 (Lodige et al).
Il comporte un tambour ou récipient mélangeur 11 qui peut
être ou non muni d'une chemise de chauffage ou de refroidissement,
à volonté. Dans le tambour 11 sont prévus une
5 série d'éléments mélangeurs 12 montés sur un arbre horizontal 13
traversant centralement le tambour 11. Un mouvement de rotation
relatif est établi entre les éléments mélangeurs 12 et le tambour 11.
On peut l'assurer en faisant tourner soit le tambour, soit l'arbre 13,
10 soit l'un et l'autre. On peut prévoir à cette fin un ensemble
moteur-courroie de transmission 14-15 classique. Les éléments
mélangeurs 12 peuvent être du type en soc de charrue représenté
et décrit très en détail dans les brevets US 3 027 102 et 2 679 385
(Lodige et al). Toutefois, les éléments
15 mélangeurs particuliers utilisés ne font pas partie de la présente
invention sauf dans la mesure où ils sont spécifiquement mentionnés
dans les revendications annexées. Ces éléments mélangeurs pourraient
être, par exemple, du type palette qui est aussi bien connu dans le
métier. Un
20 ou plusieurs hacheurs à grande vitesse peuvent aussi être placés
dans le tambour 11. Ces hacheurs sont désignés par la référence
générale 16 sur les diverses figures. On peut les prévoir ou non
dans l'appareil selon l'invention. Lorsqu'on les prévoit, les
hacheurs 16 sont disposés de
25 la manière indiquée dans le brevet US 3 027 102. L'appareil de
mélange et de réaction 10 présente aussi des orifices classiques
de remplissage 17 et d'évacuation 18. Il est toutefois nécessaire
de disposer les divers éléments de mélange et de réaction de
manière à provoquer un brassage
30 intense à effet positif.

Dans l'appareil de mélange et de réaction selon l'invention,
un dispositif filtrant est incorporé au tambour 11. Il est désigné
par la référence générale 19. Le dispositif filtrant peut être
35 relié par une tuyauterie ou analogue 20 à un moyen (non représenté
au dessin) propre à lui appliquer une dépression ; il peut aussi
être relié à une tuyauterie 21 par laquelle du fluide peut arriver

d'une source (non représentée au dessin) pour laver à con-
tresens le dispositif filtrant 19 afin de le nettoyer quand
besoin est. Bien que les tuyauteries 20 et 21 soient repré-
sentées reliées à un organe commun 26 (voir figure 5),
5 elles pourraient être reliées séparément au filtre 19.
Comme on le voit peut-être le mieux sur la figure 4, les
dispositifs filtrants 19 sont situés à l'intérieur du tam-
bour 11 et par rapport aux éléments mélangeurs 12 de façon
qu'en franchissant les dispositifs 19, les éléments mélan-
10 geurs tournants 12 contribuent à empêcher une accumulation
inadmissible de matières sur les surfaces de ces dispositifs
filtrants. De préférence, les dispositifs filtrants 19
sont situés dans le tambour 11 en travers des hacheurs
16 comme représenté aussi sur la figure 4. Dans la réalisa-
15 tion de l'invention représentée, l'arbre 13 qui porte les
éléments mélangeurs 12 pivote sous l'effet de la poulie
15a et de l'ensemble moteur-courroie de transmission 14,
15. Les hacheurs à grande vitesse 16 tournent individuelle-
ment sous l'action de moyens classiques non représentés
20 en détail mais indiqués d'une manière générale en 16a.
L'agencement de filtre 19, 20 et 21 est représenté comme
étant fixé à une porte de visite 22. Toutefois, il est
clair pour l'homme de métier que cet agencement pourrait
être monté ailleurs. Attendu qu'il est crucial de maintenir
25 le dispositif filtrant propre et en bon état de marche
dans toutes les opérations industrielles et municipales
où l'on sépare physiquement des liquides d'avec des solides,
le moyen permettant de retirer le dispositif filtrant est
important. Bien que cette mesure ne soit pas illustrée
30 en détail, il serait aussi possible de ménager dans le
tambour 11 ou dans la porte de visite 22 une fente garnie
d'un joint d'étanchéité afin de pouvoir à volonté extraire
le filtre 19 de la chambre de mélange et l'insérer dans
celle-ci.

35 Les figures 5, 6 et 7 représentent à titre d'exem-
ple un dispositif filtrant qui s'est avéré fonctionner
de manière satisfaisante dans un récipient de mélange tel

que représenté en 11. Un tel dispositif filtrant 19 est composé de deux plaques de retenue 23 présentant des ouvertures centrales 24 recouvertes de milieu filtrant 25. Ce milieu peut être constitué par de la toile de Téflon, de la toile métallique ou divers autres matériaux, comme le conçoit l'homme de métier. Dans une certaine mesure, la nature de la pâte des produits à mélanger et à faire réagir déterminera le type de milieu filtrant à utiliser. Dans l'agencement préféré, un organe 26 est fixé au dispositif filtrant 19 et présente un filetage permettant de lui fixer la conduite à vide 20 et la conduite de lavage à contresens 21. Une ouverture 27 s'étend à travers le moyen 26 et se termine par un tube en L 28 dont l'extrémité libre 28a s'étend jusqu'au fond du dispositif filtrant lorsqu'il est en place dans la chambre de mélange 11. Quand de la matière fluide s'accumule dans le dispositif filtrant 19, on peut plus facilement l'en extraire si l'organe tubulaire coudé en L 28 est ainsi placé.

L'agencement ci-dessus s'est avéré, on l'a dit, tout à fait satisfaisant. Toutefois, on pourra utiliser d'autres agencements. Ainsi, par exemple, on pourrait monter la tuyauterie 20 de façon qu'elle communique directement avec la zone la plus basse du filtre, zone dans laquelle s'accumule le fluide à éliminer, quand l'appareil est en fonctionnement. La tuyauterie 21 pourrait encore être fixée séparément.

Quand l'appareil de mélange et de réaction désigné par la référence générale 10 est en fonctionnement et qu'il y a mouvement relatif entre les éléments mélangeurs 12 et les dispositifs filtrants 19, les diverses pièces occupent les emplacements indiqués d'une manière générale sur les figures 3 et 4. Du fait de l'effet de brassage exercé par les éléments 12, la couche de matière pâteuse présente dans la chambre de mélange 11 prend la position indiquée d'une manière générale en 29. La matière liquide qui s'accumule dans le dispositif filtrant 19 peut sortir à travers l'organe tubulaire 28 et l'ouverture 27. De préfé-

rence, on peut assurer une extraction positive en établissant une dépression à travers la conduite 20. Si le milieu filtrant 25 vient à se trouver revêtu, il est possible d'opérer un lavage à contresens à travers la conduite 21 afin de détacher la matière formant le revêtement. On peut 5 maintenir un degré de revêtement minimum en plaçant les dispositifs filtrants 19 très près des éléments mélangeurs 12, c'est-à-dire aussi près qu'il est raisonnablement possible en respectant les contraintes mécaniques imposées par l'appareil pour tenir compte des déformations mécaniques apparaissant en fonctionnement. Grâce à ce lavage 10 à contresens et aux emplacements conférés aux éléments mélangeurs, la couche et la peau se trouvent fragmentées comme précédemment indiqué. L'emplacement préféré des hacheurs 16 est indiqué sur la figure 4. Il doit être 15 entendu toutefois qu'il n'est pas obligatoire de prévoir les hacheurs 16. Le point capital de la présente invention réside en ce que le dispositif filtrant 19 est incorporé très près des éléments mélangeurs 12 dans un récipient 20 mélangeur 11 soumis à un brassage intense.

Cette possibilité de lavage à contresens peut jouer un rôle très important dans la mise en oeuvre de la présente invention dans certaines conditions. Pour considérer cet aspect, ainsi que la filtration en général, 25 il faut tenir compte de deux facteurs d'importance fondamentale. Le premier est la vitesse de filtration par unité de surface et le second est le pourcentage moyen de liquide souhaité dans le gâteau final. La grandeur d'un filtre (aire totale de configuration du gâteau) dépend directement 30 de la vitesse de filtration par unité de surface. La mise de fonds est liée à la superficie de filtration ; par conséquent, il est souhaitable de maintenir une vitesse aussi grande que possible. La teneur finale en liquide du gâteau final doit être aussi faible que possible pour que les 35 frais de traitement ultérieur, si celui-ci est nécessaire, soient minimaux. L'énergie nécessaire pour éliminer du liquide par des méthodes purement thermiques est environ

1000 fois supérieure à celle exigée par les méthodes mécaniques impliquant un mélange et une expression. La présente invention réduit grandement cette mise de fonds.

Comme indiqué plus haut, la présente invention
5 couvre la filtration accompagnée de mélange dans un récipient réacteur fermé, à savoir un mélangeur à action positive. Ceci permet d'obtenir des effets remarquables qu'on peut expliquer en considérant le mécanisme d'écoulement du liquide à travers les gâteaux. En effet, pendant que
10 du liquide franchit les particules d'un gâteau, il exerce sur chaque particule un effet d'entraînement par frottement comme illustré sur la figure 9.

L'effet d'entraînement est cumulatif et la dernière particule subit la somme des effets appliqués à toutes
15 les autres particules. L'effet d'entraînement cumulatif provoque une compression du gâteau. Toutefois, la compression n'est pas dans l'ensemble uniforme de part en part du gâteau, ce qu'illustre la figure 10 qui indique la porosité (fraction en volume de liquide) en fonction de la
20 distance fractionnaire de part en part du gâteau.

Sauf pour les matières incompressibles, la porosité diminue à mesure que le liquide traverse le gâteau et se rapproche du milieu filtrant. On notera que la forme des courbes diffère grandement selon que les gâteaux sont modé-
25 rément ou fortement compressibles. Les gâteaux fortement compressibles donnent lieu à de nombreux problèmes épineux auxquels on se heurtait jusqu'à présent dans la pratique. Comme on le voit sur la figure 10, la matière fortement compressible demeure non tassée et détremée sur 75 à 80 %
30 du gâteau. C'est la peau dense formée qui explique le comportement défavorable constaté jusqu'à présent avec les gâteaux fortement compressibles ; elle a une haute résistance et est cause de la majeure partie de la perte de charge et la traversée du gâteau. L'élimination de la peau
35 par brassage mécanique intense change complètement, de manière inattendue, le comportement des matériaux incompressibles et c'est ce phénomène que couvre la présente

invention. (A titre d'exemples de matériaux fortement compressibles, on peut citer les suspensions floculées de pigments, les boues de phosphate et de boue rouge, les argiles des types attapulgite et bentonite, la silice colloïdale et analogues).

Antérieurement, des chercheurs ont tenté d'augmenter les débits et de réduire la porosité moyenne des gâteaux en augmentant la pression de pompe. Certains fabricants de filtres sous pression ont proposé d'adopter des pressions allant jusqu'à 10 à 15 atmosphères pour augmenter les débits et réduire la grandeur et le coût de filtres utilisés dans des appareils de simple filtration. Il semble aussi que ces chercheurs antérieurs aient pensé qu'en augmentant les pressions, on réduirait la teneur en liquide des matières traitées. Bien qu'on ait apparemment obtenu une certaine amélioration, l'augmentation de la pression s'est avérée dans l'ensemble décevante et l'on sait maintenant que cela est dû à l'effet de la peau résistante. La présente invention couvre encore l'élimination de la peau opérée en combinaison avec la filtration et cette filtration, telle que réalisée selon la présente invention, est généralement efficace sous de basses pressions, de l'ordre d'une dépression d'environ une atmosphère. Toutefois, pour des gâteaux minces, une pression élevée augmente le débit et améliore la clarté du filtrat. La haute pression provoque un léger tassement du gâteau mince, ce qui se traduit par des pores plus petits et par une meilleure élimination des particules fines en cours de migration.

Dans l'appareil de mélange et de réaction selon la figure 4, dans l'ensemble analogue à celui décrit et représenté dans les brevets Lodige sus-mentionnés, on réalise dans la chambre un mélange en couche fluidisée mécaniquement de matières à l'état pâteux. Comme noté, ce résultat peut être assuré par un mélangeur à action positive. En conférant à cet appareil le pouvoir de sécher cette couche de mélange au moyen d'un filtre comme spécifié ici, on assure un progrès important dans cette technique.

Ce perfectionnement est encore illustré et exposé dans ce qui suit.

La figure 11 indique la relation entre la perte de charge à la traversée du gâteau et le débit. Pour des matières incompressibles, le débit par unité de surface est directement proportionnel à la perte de charge et inversement proportionnel à l'épaisseur du gâteau. Pour des matières modérément compressibles, le débit augmente quelque peu moins que la perte de charge unitaire. Par exemple, si $n = 0,5$, en doublant la perte de charge à la traversée du gâteau, on augmente le débit de $\sqrt{2} = 1,41$, soit une augmentation de 41 % pour une augmentation de 100 % de la perte de charge. Là encore, le débit est inversement proportionnel à l'épaisseur du gâteau.

En revanche, la matière fortement compressible se comporte d'une manière totalement inattendue. Après avoir augmenté sous pression faible, le débit devient uniforme et indépendant de la perte de charge à la traversée du gâteau. Ce comportement est, croit-on, dû à la peau et c'est cette peau qui se trouve éliminée entre autres résultats de la mise en oeuvre de la présente invention. Quand la perte de charge à la traversée du gâteau double, la résistance opposée par la peau double aussi et le débit demeure inchangé. Toutefois, pour une perte de charge à la traversée du gâteau constante, le débit est, comme dans les autres cas, inversement proportionnel à l'épaisseur. Ainsi, la réduction d'épaisseur constitue le seul mode d'augmentation du débit et l'on pense que ce point contribue au succès remarquable assuré par l'appareil et le procédé selon la présente invention faisant en sorte que la majeure partie du gâteau se trouve chassée à mesure de sa formation. L'élimination de la peau et la fragmentation de la partie non tassée du gâteau permet l'obtention d'un plus grand débit et d'une moindre teneur en liquide.

On a indiqué antérieurement que la présente invention est applicable à de nombreux types différents de mélangeurs. La figure 8 illustre cette diversité d'appli-

cation. Elle représente un mélangeur à vis unique, de type "nauta". Le mélangeur comporte un cône tronqué renversé 30 constituant la chambre de mélange. Une vis mélangeuse 31 tourne autour de son propre axe à des vitesses relativement élevées. La vis 31 est fixée à un bras 32 qui tourne dans la chambre conique 30 à des vitesses relativement faibles. Un support inférieur convenable 33 est prévu de façon que la vis mélangeuse 31 puisse longer le pourtour de la chambre 30 près de la paroi de celle-ci tout en tournant simultanément autour de son propre axe à vitesse relativement élevée. Il existe aussi des mélangeurs de type nauta qui comportent des vis jumelées. Toutes ces structures sont maintenant bien connues dans la technique. Sur la figure 8, l'agencement de dispositif filtrant 19 est représenté comme situé au milieu de la chambre 30, plus près de la base que du sommet de celle-ci. Le filtre 19 est fixé à un tube 34 qui aboutit à la conduite sous dépression 20 et à celle de lavage à contresens 21. A mesure que de la matière fluide s'accumule dans le filtre 19, on peut l'évacuer par application d'une dépression à travers la conduite 20. On peut nettoyer le filtre 19 par lavage à contresens à travers la conduite 21.

Bien qu'une représentation détaillée n'en soit pas donnée, l'homme de métier conçoit qu'on peut munir à volonté les divers récipients de mélange, 11 et 30, par exemple, de chemises d'eau de la manière classique. La disposition relative des éléments mélangeurs 12 et des hacheurs 16 est maintenant classique et est exposée dans les brevets US 3 027 102 et 2 679 385 (Lodige et al). C'est l'incorporation judicieuse d'un dispositif filtrant à un tel mélangeur, jointe à l'intensité du brassage, qui constitue la partie principale de l'invention. Il en est ainsi que le mélangeur soit de l'un des divers types mentionnés ci-dessus, dont certains ont été représentés quelque peu en détail, ou qu'il soit, à titre d'autres exemples, un mélangeur en cône double, un mélangeur en "V" ou un mélangeur à ruban, ainsi que le conçoit l'homme de métier.

De ce qui précède, on retiendra qu'on peut utiliser un seul appareil, constitué par l'un quelconque des divers mélangeurs cités ici, pour mélange, faire réagir, laver, filtrer et sécher sous vide ou par mise à la purge un lot de matière pâteuse pour obtenir des matières pulvérulentes ou granulaire, car le traitement industriel est assuré en incorporant un filtre monté intérieurement dans l'appareil de mélange et de réaction dans lequel un brassage intensif s'exerce sur une couche fluidisée mécaniquement. Ce filtre est monté de manière à séparer efficacement les particules du liquide sans entraver le bon effet de brassage de l'appareil de mélange et de réaction. Ainsi, des opérations successives de mélange, réaction, lavage, filtration et séchage sous dépression ou par purge, et de transformation en matières pulvérulentes ou granulaires, peuvent être effectuées dans un seul récipient de traitement sans qu'on décharge le lot tant que tout le processus de traitement n'est pas achevé.

La figure 12 illustre l'effet de mélange et de filtration assuré selon la présente invention. Cette figure illustre l'action d'un mélangeur sur une suspension d'argile, en utilisant un filtre de laboratoire pour simuler la mise en oeuvre de l'invention. A mesure que les forces de cisaillement engendrées par le mélangeur augmentent, la quantité de gâteau déposée diminue, et le volume filtré en un temps donné augmente. L'argile utilisée pour obtenir les données portées sur la figure 12 était modérément compressible. La réduction de l'épaisseur du gâteau a un effet bénéfique sur le débit qu'il s'agisse de matériaux incompressibles, modérément compressibles ou hautement compressibles.

Lors d'une expérience effectuée dans un mélangeur à action positive du type précédemment décrit ici, on a introduit dans le tambour 11 un lot de charge de bouillie pesant 79 kg (environ 57 l) d'acide salicylique comportant des cristaux aciculaires de 20 à 40 microns (micromètres). On a fait subir à ce lot quatre filtrations, trois remises

à l'état pâteux au moyen d'eau et un séchage final sous
dépression jusqu'à concurrence de moins de 0,5 % d'humidité
dans un appareil de traitement unique en environ 2,5 heures.
Toute l'acidité a été éliminée. Cette agitation (mélange-
5 réaction) en combinaison avec l'action de filtration a
a assuré un maximum d'élimination d'eau hors du gâteau
de filtre au cours des opérations de filtration et de lava-
ge. On a obtenu une augmentation importante des solides,
par le procédé selon l'invention, par rapport à ce que
10 la technique antérieure permettait de réaliser par le passé.
De plus, la bouillie liquide fortement acide a été complète-
ment neutralisée.

Le technicien conçoit qu'on pourra apporter des
modifications à l'appareil sans sortir du cadre de l'inven-
15 tion. Comme indiqué, le filtre peut être amovible sur
l'appareil de mélange et de réaction ; il peut aussi être
ajouté sur des appareils de mélange et de réaction existants.
On peut changer le milieu filtrant concret pour permettre
la filtration de lots de matières de natures et de granulo-
20 métries diverses. On peut aussi effectuer la filtration
sous pression positive, dans certains cas sous pression
atmosphérique (éventuellement sous atmosphère inerte ou
sous dépression établie dans le mélangeur-réacteur). Le
filtre du type feuille 19 représenté à titre d'exemple
25 sur les figures 5, 6 et 7 s'est avéré tout à fait efficace
lorsqu'on l'a utilisé de la manière décrite ici dans les
récipients de mélange. D'autres filtres, tels que ceux
à cartouche ou à bougie, pourront aussi être utilisés.

On a antérieurement indiqué que la connaissance
30 de la variation de porosité est importante pour comprendre,
et pour expliquer, pourquoi l'appareil et le procédé selon
la présente invention se sont avérés beaucoup plus efficaces
que les réalisations permises par la technique antérieure.
Une analyse de la porosité moyenne du gâteau mettra encore
35 mieux en lumière les avantages offerts par l'invention.
Ainsi, en se référant à nouveau à la figure 10, on voit
que, pour une pression prescrite, la porosité d'un gâteau

diminue à la traversée du gâteau. Lorsqu'on retire un gâteau d'un filtre au moyen d'un dispositif mécanique, il se transforme en une masse humide plus ou moins uniforme ayant une teneur en liquide moyenne égale à la moyenne d'une
5 relation appropriée des types indiqués sur la figure 10. La porosité moyenne d'un gâteau fortement compressible est grandement affectée par la forte fraction du gâteau qui demeure non tassée. Une matière modérément compressible a une porosité moyenne peu distante de la moyenne arithmétique des porosités existant à la surface du gâteau et
10 dans la couche contiguë au milieu de support.

On se réfère maintenant à la figure 13, qui illustre l'effet de la perte de charge à la traversée du gâteau sur la porosité moyenne. Il est clair qu'isolément, l'augmentation de pression n'a qu'un effet décevant sur la teneur
15 moyenne en liquide de matériaux fortement compressibles après dépassement d'une pression relativement faible. En revanche, quand le gâteau est brassé et traité selon la présente invention, la peau résistante se trouve fragmentée
20 et les parties non tassées du gâteau sont transportées sur le milieu filtrant, ce qui permet d'éliminer davantage de liquide. Ainsi, le traitement de brassage selon la présente invention s'est avéré extraordinairement efficace même avec des gâteaux fortement compressibles, et il assure
25 une amélioration importante avec les gâteaux modérément compressibles.

A première vue, il semblerait que l'appareil et le traitement selon la présente invention amélioreraient la vitesse de filtration, mais non la teneur moyenne en
30 liquide de la matière incompressible. Or il n'en est pas ainsi ; ceci en raison d'un autre phénomène s'exerçant sur les grandes particules, qui sont par définition celles à longueurs caractéristiques supérieures à 20 microns environ, et ce phénomène rentre aussi dans le cadre de l'invention.
35 Pour des matières présentant de telles grandes particules, la pression capillaire de l'eau présente dans les pores est généralement inférieure à une atmosphère. A mesure

que la grosseur des particules augmente, la pression capillaire diminue. On pense que l'application d'une dépression aux éléments filtrants utilisés avec de grandes particules (telles que définies ci-dessus) a pour effet d'attirer de l'eau hors des pores, permettant la pénétration d'air du côté opposé du gâteau. Pour de fines particules, dont la longueur caractéristique est d'environ 5,0 microns, la pression capillaire est plus forte que la pression atmosphérique et de l'air ne peut pénétrer dans les pores. Ce problème est rendu complexe si l'on considère que la mise en oeuvre de la présente invention a lieu de préférence sous une atmosphère environ. L'invention tient compte de cela. Ainsi, pour les grandes particules, du liquide est attiré à l'extérieur ; du gaz pénètre du côté opposé ; et la teneur en liquide se trouve réduite. Toutefois, si le gâteau est épais, la vitesse d'élimination de liquide peut être faible. De plus, le gaz peut s'infiltrer d'abord en "court-circuit" à travers les grands pores et franchir alors en dérivation les petits pores. Par mélange, réaction et filtration, ainsi que lavage périodiquement à contresens, on limite le risque de passage du gaz en "court-circuit", on permet la constitution d'une peau qui est ensuite périodiquement chassée par soufflage et l'on aboutit à un fonctionnement d'une efficacité exceptionnelle qui donne une masse de matière friable.

On a précédemment indiqué ici que des pâtes ou bouillies comportant des particules très fines (d'environ 5 microns à peu de choses près) ne se prêtaient que difficilement, sinon pas du tout, au traitement, et certainement pas au cours d'un fonctionnement en continu effectué dans un récipient unique. Or, à l'aide de l'appareil et par le procédé selon la présente invention, on peut traiter ces bouillies rebelles en les soumettant d'abord à une opération de mélange-réaction pendant laquelle on soumet les fines particules à une agrégation pour que la bouillie soit désormais constituée par de plus grosses particules. Ainsi, même si la résistance de gâteaux commence à s'élever

rapidement quand le diamètre équivalent moyen tombe en-deça de 5 microns (voir figure 14), la présente invention pare à cet effet en réunissant d'abord les particules en agrégats plus gros.

5 Lors d'une autre expérience effectuée dans le mélangeur à action positive décrit précédemment, on a éprouvé quelque difficulté à traiter une bouillie de pigment comportant des particules de grosseur allant de 1 à 5 microns. Bien que la présente invention ait apporté
10 un perfectionnement notable par rapport à ce que permettait la technique antérieure, on a obtenu un perfectionnement plus accusé encore en ajoutant à la bouillie un agent d'agrégation. Le brassage rapide a assuré la distribution uniforme de cet agent. Il a été suivi d'une période de
15 brassage moins intense ou doux pendant laquelle se sont formés les agrégats ou flocons. En réduisant la vitesse des socs, on a préservé les agrégats tout en desservant efficacement le dispositif filtrant. On a aussi appliqué de la chaleur par l'intermédiaire d'une chemise de vapeur.

20 Une résistance spécifique à l'écoulement ou à la filtration de 10^{12} m/kg correspond à une matière difficile à filtrer et une valeur de 10^{13} m/kg est voisine du maximum admissible en traitement normal. Or, dans la mise en oeuvre de la présente invention, on a constaté qu'on peut
25 résoudre ce problème en agrégeant les petites particules en flocons ou groupes plus gros, ce qui facilite la séparation et la filtration finales. (Dans certaines applications, des chercheurs antérieurs ont tenté une conversion analogue, mais ont constaté que les agrégats formés par agrégation
30 étaient fortement compressibles et difficiles à traiter avec le matériel de séparation traditionnel). Comme exposé dans le présent mémoire descriptif, l'appareil et le procédé utilisés comme décrit ici ont permis de traiter rapidement ces matières fortement compressibles et rebelles.

REVENDEICATIONS

1. Appareil de mélange et de réaction constitué par une chambre de mélange et de réaction et par un élément mélangeur à action positive agencé pour mélanger des matières comportant un liquide et un solide placés dans ladite chambre, ledit élément mélangeur à action positive étant monté dans ladite chambre de façon à y réaliser une suspension liquide-solides, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif filtrant (19) situé dans ladite chambre tout près dudit élément mélangeur (12) de façon à entrer en contact avec ladite suspension sans nuire à l'effet de bon mélange, ledit élément mélangeur à action positive présentant continuellement ladite suspension liquide-solides au dispositif filtrant à mesure que la viscosité de la suspension augmente, le dispositif filtrant assurant en continu la filtration de liquide à partir de la suspension, des moyens (12) pour éliminer toute couche de solide pouvant se former sur le dispositif filtrant, ainsi que toute peau pouvant se former, le tout alors que les solides demeurent dans la chambre, et des moyens (27, 28) permettant d'extraire le liquide accumulé dans le dispositif filtrant de manière à réduire ladite suspension à un lot de particules sèches alors qu'elle séjourne encore dans ladite chambre.

2. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (26, 20) pour l'application au dispositif filtrant d'une dépression devant contribuer à extraire de la suspension la matière fluide.

3. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de lavage à contresens (26, 20) reliés au dispositif filtrant pour contribuer à le débarrasser de toute couche de solides éventuellement formée sur lui.

4. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif filtrant (19) est du type à feuille comportant un bâti devant supporter une cage en milieu filtrant de façon à ménager

une ouverture dans laquelle du liquide filtré puisse pénétrer.

5. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits moyens d'extraction de liquide accumulé dans le dispositif filtrant à partir de la suspension comprennent un moyen de canalisation (28) s'étendant à partir de ladite ouverture (27) et à travers ladite chambre.

6. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour l'application audit moyen de canalisation d'une dépression devant contribuer à extraire du liquide de la suspension.

7. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de lavage à contresens reliés audit moyen de canalisation pour aider à éliminer toute couche de solides éventuellement formée sur le dispositif filtrant.

8. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément mélangeur à action positive (12) est de nature à soumettre la suspension liquide-solides à une action de brassage en couche fluidisée mécaniquement.

9. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 8, caractérisé en ce que le dispositif filtrant (19) est situé par rapport à l'élément mélangeur (12) en sorte que celui-ci contribue à empêcher l'accumulation de suspension sur le dispositif filtrant.

10. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 9, caractérisé en ce que la chambre de mélange et de réaction est constituée par un tambour horizontal (11), le dispositif filtrant (19) étant situé sur une paroi intérieure de ce tambour et des moyens (13,14,15) étant prévus pour faire tourner l'élément mélangeur près de ladite paroi intérieure en défilant devant le dispositif filtrant.

11. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens cités

en dernier lieu comprennent un arbre mené (13) disposé suivant l'axe dudit tambour et un bras reliant l'élément mélangeur à cet arbre.

5 12. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte une série desdits bras, chaque bras portant un élément mélangeur (12), tandis que le dispositif filtrant est disposé sur ladite paroi intérieure de façon qu'un élément mélangeur passe de chaque côté de lui.

10 13. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte un hacheur à grande vitesse (16) situé dans le tambour, le dispositif filtrant et le hacheur étant disposés dans le tambour de façon à être aussi situés dans le mélange en
15 couche fluidisée mécaniquement de suspension liquide-solide constitué quand l'appareil de mélange et de réaction est en action.

20 14. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'élément mélangeur à action positive est du type soc de charrue.

15. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'élément mélangeur à action positive est du type palette.

25 16. Appareil de mélange et de réaction selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément mélangeur à action positive est constitué par une vis de mélange (31) tournant autour de son propre axe à vitesse relative-
ment élevée, la chambre de mélange et de réaction étant constituée par un cône tronqué renversé dans lequel ladite
30 vis est disposée et des moyens (32, 33) étant prévus pour faire tourner la vis autour de son propre axe tout en se déplaçant sur le pourtour dudit cône.

35 17. Procédé de mélange et de réaction comportant les opérations de préparation d'un lot de suspension liquide-solides dans une chambre de mélange et de réaction et d'application à ce lot de suspension d'un effet de mélange positif exercé dans ladite chambre par un élément mélangeur

à action positive, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à présenter en continu le lot de suspension liquide-solides à un dispositif filtrant situé dans la chambre à mesure que la viscosité du lot de suspension
5 augmente du fait d'une concentration en particules ou en solides croissante, à filtrer en continu du liquide à partir du lot de suspension liquide-solides et à accumuler ce liquide dans le dispositif filtrant pendant que le lot de suspension subit l'action de mélange positive dans la chambre,
10 à éliminer périodiquement les solides accumulés sur le dispositif filtrant ainsi que toute peau formée sur ces solides, le tout pendant que les solides demeurent dans la chambre, et à extraire le liquide accumulé dans le dispositif filtrant, de façon à mettre le lot de suspension
15 liquide-solides à l'état particulaire friable pendant qu'il demeure dans ladite chambre.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte les opérations successives de mélange, de réaction, de filtration et de séchage du lot de suspension
20 liquide-solides dans ladite chambre sans déchargement du lot de suspension jusqu'à ce qu'il ait atteint l'état particulaire friable.

19. Procédé selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que ledit effet de mélange est du type
25 mélange en couche fluidisée mécaniquement.

20. Procédé selon la revendication 17, dans son application à la synthèse en chimie organique.

21. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape consistant à s'opposer à
30 l'accumulation du lot de suspension sur le dispositif filtrant par dispositif de l'élément mélangeur tout près du dispositif filtrant et établissement d'un mouvement relatif entre l'élément mélange et le dispositif filtrant.

FIG. 1

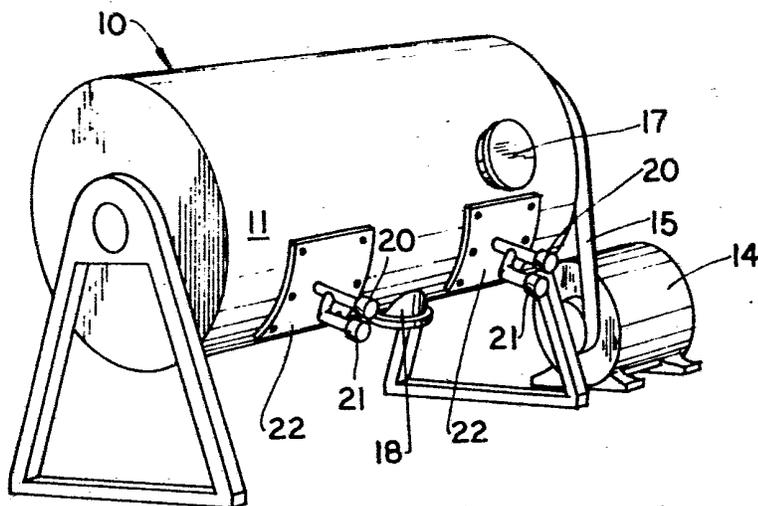
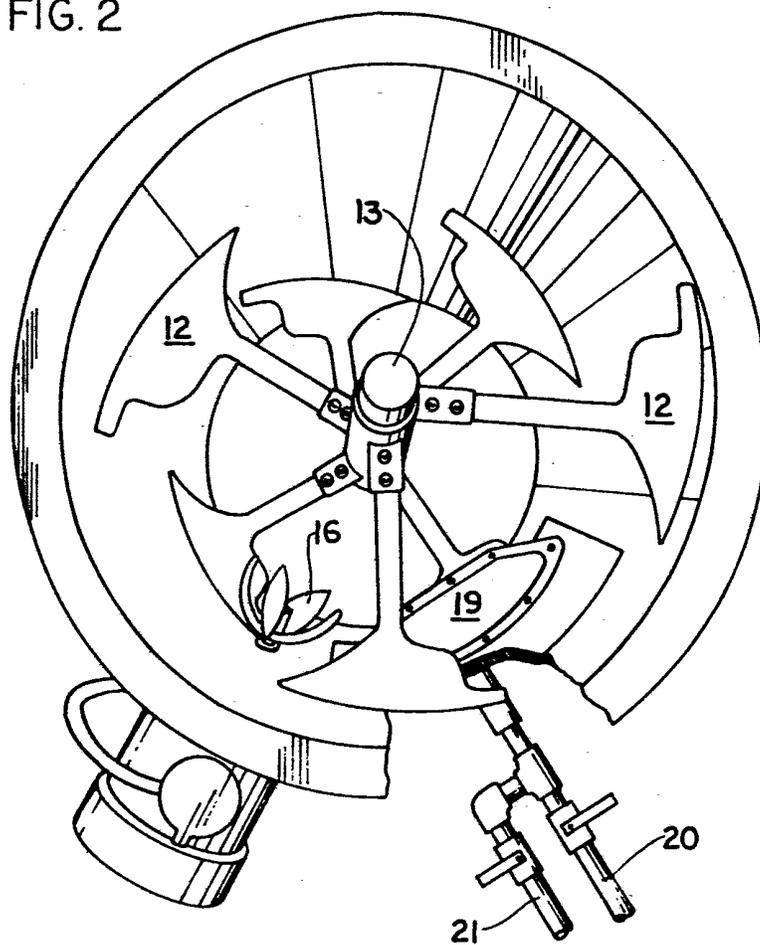
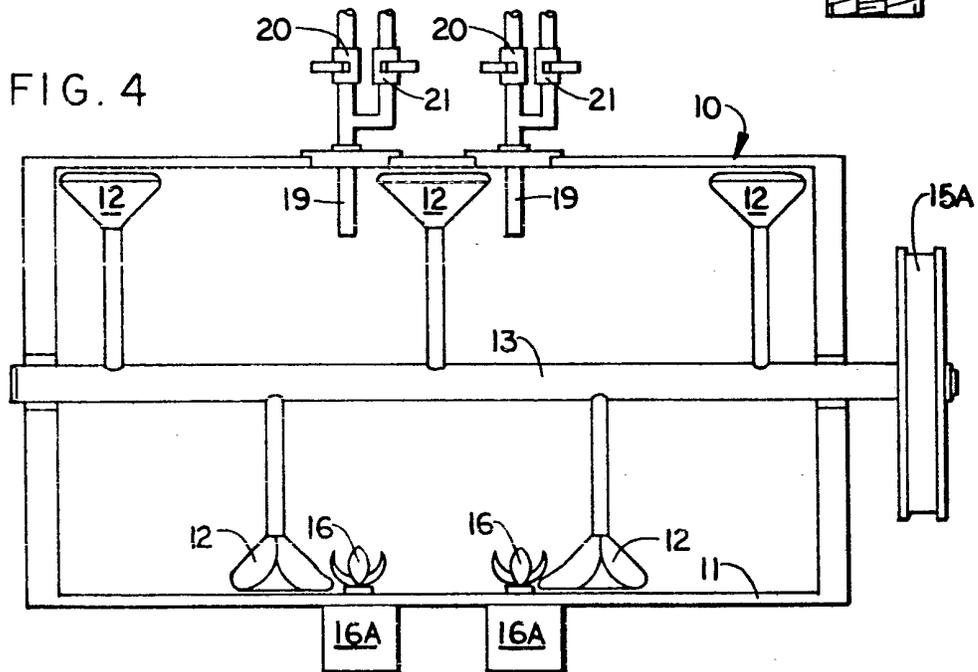
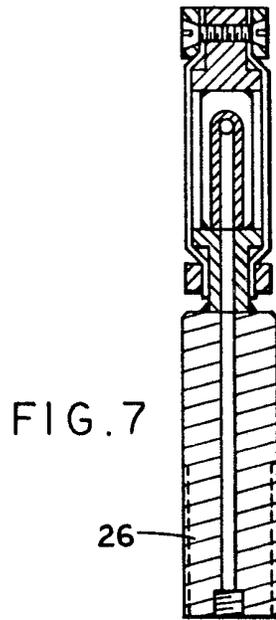
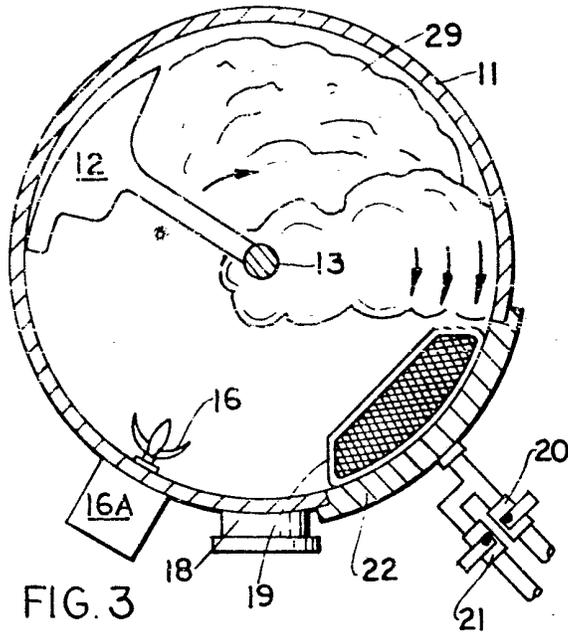


FIG. 2





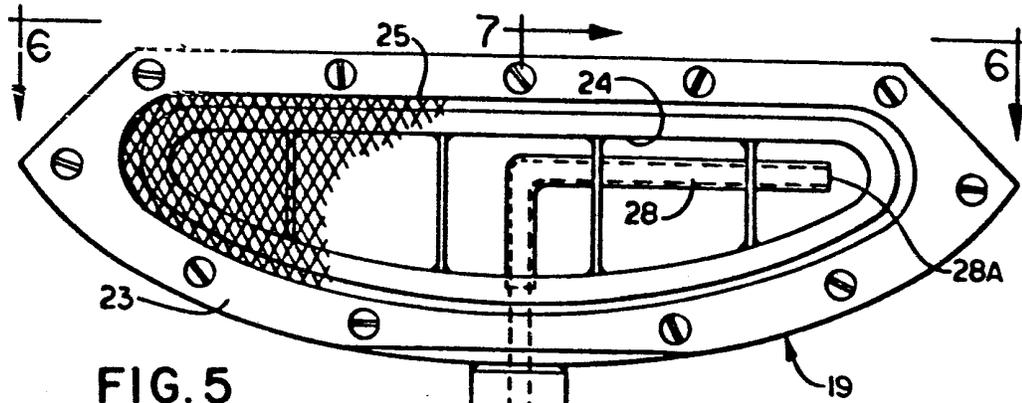


FIG. 5

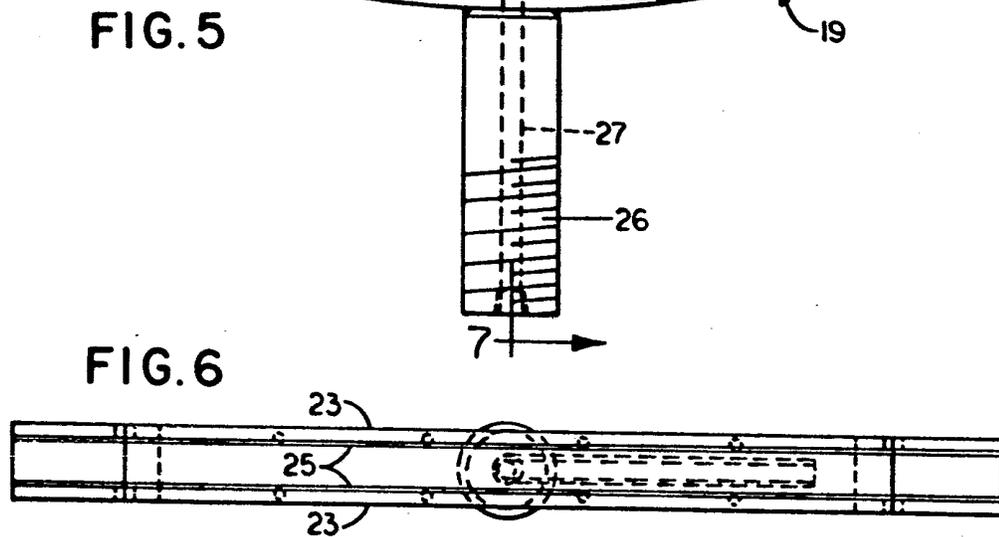
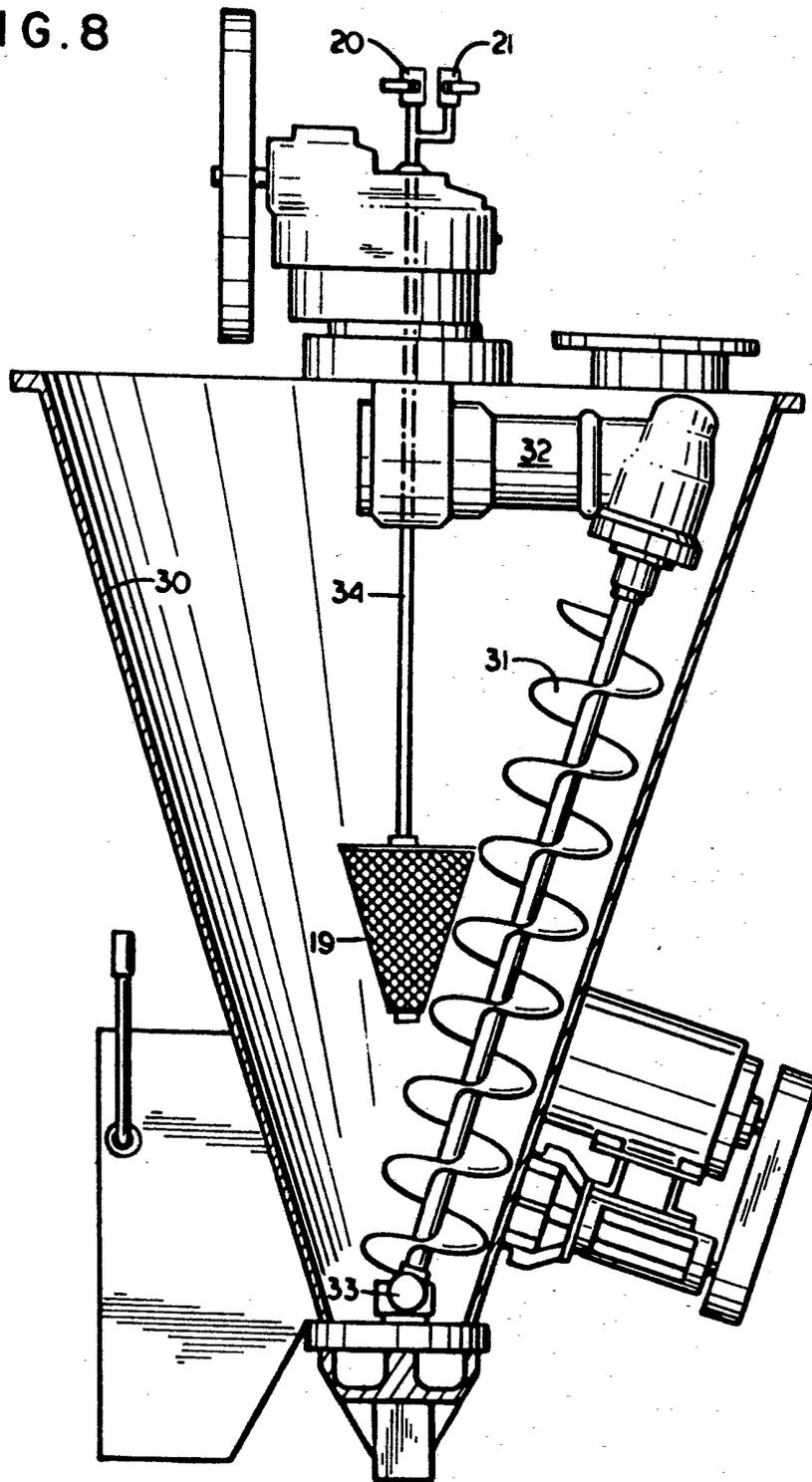


FIG. 6

FIG. 8



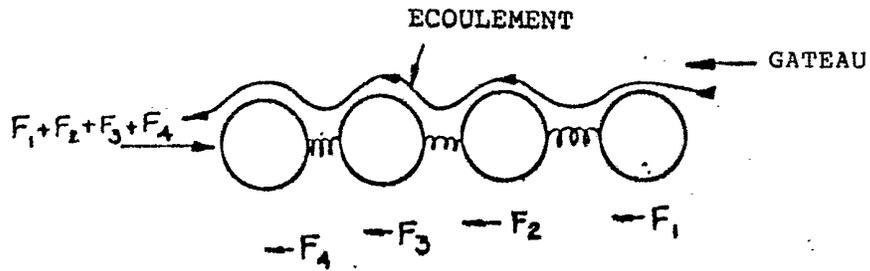


FIG. 9

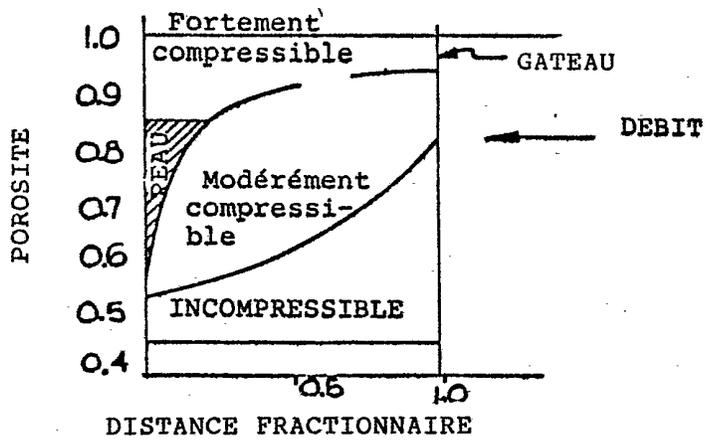


FIG. 10

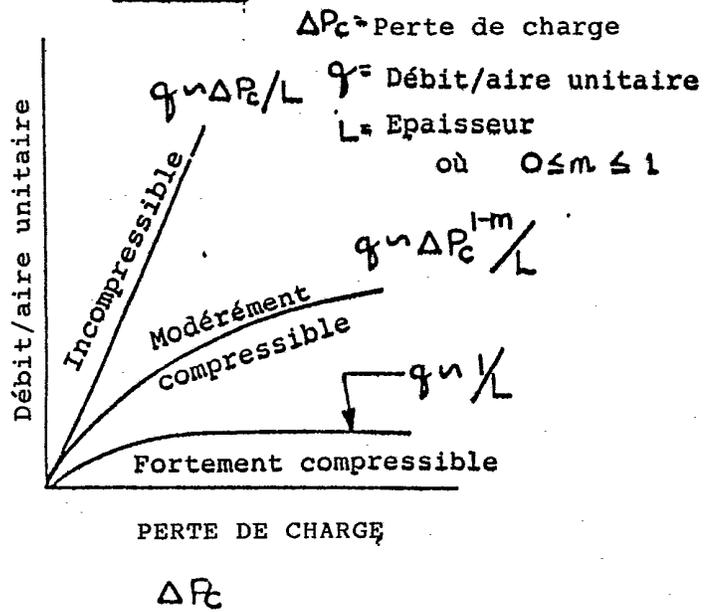


FIG. 11

FIG. 12

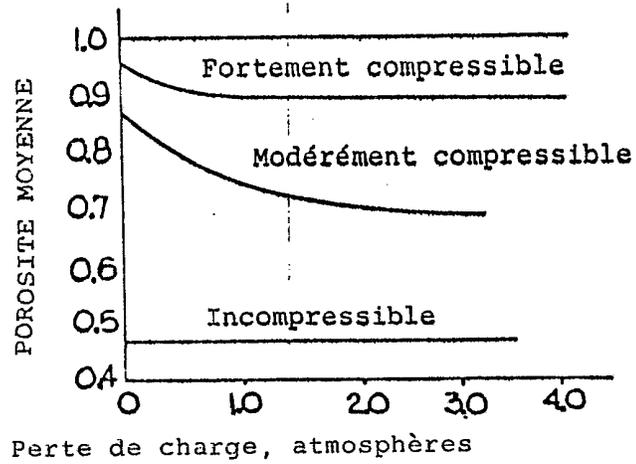
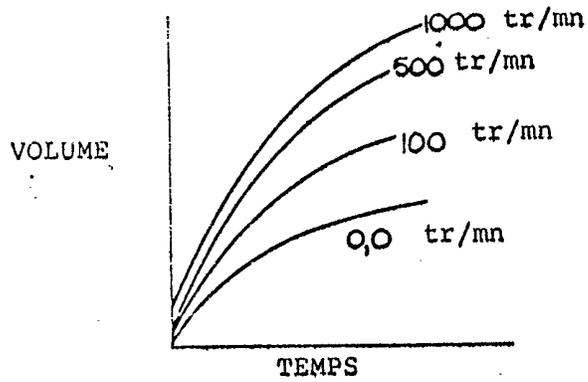


FIG. 13

FIG. 14

