(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 551 540 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
**26.04.2006 Bulletin 2006/17**

(21) Numéro de dépôt: **03778394.1**

(22) Date de dépôt: **15.10.2003**

(51) Int Cl.:
***B01F 11/02*** *(2006.01)* ***B01F 3/08*** *(2006.01)*
***B01F 11/00*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
**PCT/FR2003/003035**

(87) Numéro de publication internationale:
**WO 2004/035190 (29.04.2004 Gazette 2004/18)**

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UNE DISPERSION OU D'UNE EMULSION**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER DISPERSION ODER EINER EMULSION

METHOD AND DEVICE FOR MAKING A DISPERSION OR AN EMULSION

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **15.10.2002 FR 0212803**

(43) Date de publication de la demande:
**13.07.2005 Bulletin 2005/28**

(73) Titulaire: **Arnaud, Christophe**
**F-75017 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **Arnaud, Christophe**
**F-75017 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Laget, Jean-Loup**
**Cabinet PEUSCET**
**161, rue de Courcelles**
**75017 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**FR-A- 953 482**
**US-A- 4 253 962**
**US-A- 5 326 484**
**US-A- 5 476 744**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0145, no. 13 (C-0777), 9 novembre 1990 (1990-11-09) & JP 02 214537 A (FUJI DEBUISON KAGAKU KK), 27 août 1990 (1990-08-27) cité dans la demande**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 01, 31 janvier 1996 (1996-01-31) & JP 07 232045 A (REIKA KOGYO KK), 5 septembre 1995 (1995-09-05)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 551 540 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

## Description

- OBJET ET DOMAINE DE L'INVENTION -

**[0001]** La présente invention concerne un dispositif et un procédé de fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion d'au moins deux fluides réputés non miscibles. La fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion est le mélange de deux fluides non miscibles dans lequel l'un de ces fluides (appelé « phase dispersée ») est dispersé sous forme de gouttelettes dans l'autre fluide (appelé « phase dispersante »). De la taille des gouttelettes dépendent de nombreuses propriétés, et de façon générale plus cette taille est faible et homogène plus la dispersion est intéressante : plus les gouttelettes sont petites plus la dispersion est stable ; dans le cas classique où la phase dispersée est le vecteur d'un principe actif, plus petites sont les gouttes, meilleure est la diffusion du principe actif.

- ÉTAT DE LA TECHNIQUE -

**[0002]** Pour obtenir une certaine finesse de gouttes, il est connu d'utiliser une action mécanique d'agitation, en particulier par l'utilisation d'agitateurs à mobile tournant, d'appareils rotor - stator, d'appareils à pression, d'homogénéisateurs et autres appareils à jet, d'appareils à ultrasons, d'appareils d'émulsification membranaire.

**[0003]** Les agitateurs à mobile tournant sont les plus anciens, on en connaît bien le fonctionnement et les effets mécaniques ; de nombreuses études sur l'influence de la géométrie des récipients et mobiles, ainsi que des vitesses d'agitations ont été réalisées. L'énergie mécanique dispensée est très inhomogène et les puissances volumiques limitées. De plus, l'effet mécanique n'est concentré qu'aux extrémités du mobile.

**[0004]** Dans les systèmes rotor-stator on met en rotation une couronne par rapport à une autre et on fait passer le fluide à traiter entre les surfaces se faisant face, de ces deux couronnes. Ainsi la différence de vitesse entre les couronnes crée un cisaillement que l'on optimise en diminuant la distance entre les deux couronnes. Il existe de nombreuses géométries des appareils rotor-stator, certains systèmes comprennent plusieurs rangées de couronnes. Ces systèmes répandus dans l'industrie sont notamment adaptés aux dispersions de forte viscosité.

**[0005]** Les appareils à pression, les homogénéisateurs, les appareils connus sous le nom Microfluidizer (marque déposée) et autres appareils à jet font l'objet des évolutions les plus récentes. Le principe en est la mise sous pression (jusqu'à 200 MPa) d'un fluide, qui est généralement une pré-dispersion suivie d'une détente brutale dans une tête adaptée, apportant ainsi au fluide une énergie mécanique importante. Les homogénéisateurs possèdent une tête formée d'une ouverture, d'un clapet et de plaques d'impact. Le principe du Microfluidizer (marque déposée) est de séparer le flux principal et ensuite de créer une collision des flux secondaires. On citera également un système basé sur la mise sous pression de la phase dispersée, sa détente brutale en un jet cohérent et enfin sa mise en contact avec la phase dispersante. Les dispositifs basés sur ces principes sont confrontés aux limites de résistance des équipements (forte usure, risque de rupture d'un matériel sous fortes contraintes). De plus, le principe même de détente provoque un échauffement du fluide qui peut être préjudiciable pour le produit final.

**[0006]** Les ultrasons constituent également un moyen d'exercer une action mécanique à l'interface des deux phases. Plusieurs types de générateurs d'ultrasons existent : les premiers appelés transducteurs transforment un signal électrique oscillant en vibration ultrasonore ; les seconds appelés sifflets transforment l'énergie d'un jet fluide en vibrations ultrasonores, sur le principe d'une lame vibrante ou d'une cavité résonnante.

**[0007]** Plusieurs effets sont associés aux ultrasons :

- L'agitation (micro-courants) provoquée par les oscillations mécaniques ;
- Les variations de pression dans le milieu soumis aux ultrasons ;
- La cavitation, phénomène de création, oscillation et implosion de bulles, qui libère une énergie très importante ;

**[0008]** L'avantage de tels systèmes est d'arriver à des énergies volumiques très élevées. Cependant l'énergie est apportée de façon très inhomogène et le phénomène de cavitation n'est pas encore complètement décrit par la théorie, ce qui oblige dans le développement de dispositifs et de procédés à adopter des approches essentiellement empiriques.

**[0009]** Un autre système de fabrication d'émulsion est l'émulsification membranaire: on pousse au travers d'un corps poreux la phase dispersée qui forme des gouttes à la surface de ce corps, l'écoulement de phase dispersante à la surface du corps poreux permet l'entraînement des gouttes. L'énergie transmise à l'interface est limitée par les pertes dues aux frottements dans la phase dispersante ; en conséquence les gouttes entraînées sont de taille plus élevée (environ de 4 à 5 fois la taille de pore) et un phénomène de coalescence à la surface du corps poreux se produit augmentant la taille des gouttes et l'inhomogénéité des populations de gouttes. Le phénomène de coalescence intervient quand au moins deux gouttes formées sur des pores voisins se regroupent pour n'en former qu'une. Une solution a ce dernier phénomène perturbateur est envisagée dans les brevet JP2-214537. Elle consiste en l'ajout d'une irradiation ultrasonore du corps poreux. L'onde générée par un système standard de lavage est transmise par voie fluide. Avec une source ultrasonore de moyenne intensité l'agitation ainsi créée inhibe la coalescence mais avec un énergie plus intense on se retrouve dans une configuration d'une machine de dispersion à ultrasons standard, avec les pertes mécaniques et une inhomogénéité des

effets.

**[0010]** De façon générale, tous ces dispositifs présentent l'inconvénient plus ou moins prononcé de requérir un apport global d'énergie très important par rapport à l'énergie utile au niveau microscopique (rendement inférieur à 10%). Ceci s'explique par le fait que l'énergie mécanique est transmise par les fluides jusqu'à l'interface, engendrant des pertes par frottement fluide plus de dix fois supérieures à l'énergie utile. Cette déperdition d'énergie se traduit en général par une élévation de température importante, ou un matériel que l'on fait travailler à ses limites pour obtenir des effets satisfaisants. De plus les volumes dans lesquels est apportée l'énergie mécanique sont supérieurs à $10^{-10}$ $m^3$ pour des actions sur des volumes utiles (taille de particules en dispersion, cellules...) classiquement de l'ordre de $10^{-18}m^3$. Au regard de la différence d'échelle, les dispositifs utilisés ne peuvent assurer l'homogénéité de l'action mécanique, de ses effets et donc du produit obtenu.

- EXPOSÉ DE L'INVENTION -

**[0011]** L'invention a pour but de proposer un procédé de fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion d'au moins deux fluides réputés non miscibles qui évite les inconvénients précités et qui permette la fabrication d'une émulsion ou d'une dispersion homogène à gouttes fines.

**[0012]** L'invention a aussi pour but de proposer un dispositif mettant en oeuvre ce procédé, en exerçant une action mécanique directement à l'interface des deux phases, ce qui permet d'obtenir des dispersions plus fines et plus homogènes avec un meilleur rendement énergétique.

**[0013]** A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion à partir d'au moins deux fluides réputés non miscibles constituant une phase dispersée et une phase dispersante, la phase dispersée étant poussé à travers un corps poreux dans la phase dispersante, caractérisé en ce que ledit corps poreux est mis en vibration par une excitation de nature mécanique, électrique ou magnétique.

**[0014]** De préférence, la phase dispersante circule à la surface de sortie du corps poreux:

**[0015]** Selon une variante du procédé, l'on fait re-circuler l'émulsion dans le corps poreux qui se charge en phase dispersée au cours du processus.

**[0016]** De manière préférentielle, les fréquences et/ou la puissance des vibrations sont contrôlées.

**[0017]** Avantageusement, l'on ajoute un émulsifiant dans au moins l'une des deux phases.

**[0018]** De préférence, la phase dispersée est poussée à travers le corps poreux dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrôlées.

**[0019]** Avantageusement, la phase dispersante circule à la surface du corps poreux dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrôlées.

**[0020]** Dans une autre variante de ce procédé on superpose à l'excitation aux fréquences générant les vibrations du corps poreux, une onde dans les fréquences des micro-ondes entraînant l'échauffement du corps poreux.

**[0021]** Préférentiellement, le procédé consiste à utiliser ladite dispersion ou émulsion pour fabriquer des produits cosmétiques, dermo-pharmaceutiques ou pharmaceutiques.

**[0022]** L'invention a également pour objet un dispositif pour la fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion à partir d'au moins un fluide comprenant au moins :

- un corps poreux ayant une partie poreuse au travers de laquelle est apte à être poussée ledit fluide, ledit corps poreux ayant une cavité dite interne,
- une enveloppe entourant de manière étanche au moins ladite partie poreuse de façon à définir une cavité dite externe dans laquelle débouche ladite partie poreuse, ledit fluide étant apte à être amené dans ladite cavité externe,

caractérisé en ce qu'il comporte un système de mise en vibration du corps poreux pour appliquer directement les vibrations au corps poreux.

**[0023]** Au sens de l'invention, « directement » est utilisé dans le sens ou, contrairement à l'art antérieur, les vibrations ne sont pas essentiellement transmises via l'un des fluides.

**[0024]** Au sens de l'invention, le dispositif peut être appliqué à la fabrication d'une émulsion ou d'une dispersion à partir de deux fluides réputés non miscibles ou à l'homogénéisation d'une émulsion ou d'une dispersion à partir d'un même fluide.

**[0025]** De préférence le dispositif comprend un système d'alimentation dudit fluide capable de fournir ledit fluide dans la cavité externe dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrôlées.

**[0026]** Avantageusement le dispositif comprend un système d'alimentation d'un autre fluide capable de fournir cet autre fluide dans ladite cavité interne dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrôlées.

**[0027]** De manière préférentielle, le dispositif comprend un système de soutirage permettant l'évacuation, et le stockage ou la transmission de l'émulsion ou de la dispersion vers un autre système ou encore la re-circulation de l'émulsion ou de la dispersion.

**[0028]** Selon un mode de réalisation, le système de mise en vibration du corps poreux est constitué d'un bobinage relié à une source de courant alternatif entourant l'enveloppe perméable aux ondes magnétiques générées par le bobinage, le corps poreux étant réalisé en matériau magnétostrictif.

**[0029]** Selon un autre mode de réalisation, le système de mise en vibration du corps poreux est constitué d'un

tige conductrice disposée coaxialement au corps poreux, d'une enveloppe conductrice, ladite tige conductrice et ladite enveloppe étant reliées à une source de courant alternatif, le corps poreux étant constitué d'un matériau piézoélectrique.

**[0030]** Préférentiellement, la tige conductrice et/ou la surface du corps poreux sont recouvertes d'un isolant.

**[0031]** Selon encore un autre mode de réalisation, le système de mise en vibration du corps poreux est constitué de deux transducteurs fixés aux extrémités du corps poreux et reliés à une source de courant alternatif, lesdits transducteurs étant constitués d'un matériau piézoélectrique.

**[0032]** Avantageusement, chaque transducteur comporte un moyen de support fixé à l'enveloppe comportant un évidement dans lequel est positionnée une extrémité du corps poreux, ledit moyen de support comportant au moins une paire de trous radiaux, chaque paire contenant un élément piézoélectrique dans un trou et un moyen élastique de sollicitation dans l'autre trou de la même paire pour maintenir l'élément piézoélectrique en appui contre le corps poreux, les trous d'une même paire étant diamétralement opposés.

**[0033]** De manière préférentielle, le moyen de support comporte deux paires de trous, les deux paires de trous étant disposés dans des directions perpendiculaires, et les deux éléments piézoélectriques sont alimentés par des signaux décalés d'un quart de période l'un par rapport à l'autre, et, en association avec les ressorts de précontrainte, engendrent un déplacement du corps poreux selon une trajectoire globalement circulaire.

- BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS -

**[0034]** L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, de plusieurs modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, en référence aux dessins schématiques annexés.

**[0035]** Sur ces dessins :

- la figure 1 représente une coupe longitudinale d'un module contenant le corps poreux et un moyen d'excitation magnétique, et une coupe selon l'axe A-A de ce module ;
- la figure 2 est une coupe longitudinale d'un module contenant le corps poreux et un moyen d'excitation électrique, et une coupe selon l'axe A-A de ce module ;
- la figure 3 est une coupe longitudinale d'un module contenant le corps poreux et un moyen d'excitation mécanique, et une coupe selon l'axe A-A de ce module ;
- la figure 4 est une représentation schématique d'une mise en oeuvre de l'invention ;
- la figure 5 est une représentation schématique d'une mise en oeuvre de l'invention avec re-circulation de l'émulsion ou de la dispersion ;
- la figure 6 est une représentation schématique détaillée du dispositif présenté sur la figure 5 ;
- la figure 7 est une coupe longitudinale d'un module contenant le corps poreux et un moyen d'excitation mécanique selon un second mode de réalisation ;
- la figure 8 est une vue en perspective d'un manchon de raccord ;
- la figure 9 est une coupe selon l'axe IX de la figure 7 d'un module contenant le corps poreux et un moyen d'excitation mécanique ; et
- la figure 10 est un diagramme présentant les résultats de l'exemple d' application.

- DESCRIPTION -

**[0036]** Sur les figures 1, 2, 3 et 7 le dispositif se présente sous forme de module actif 2, 102 et 202.

**[0037]** Selon la figure 1, ce module 2 est composé d'un corps poreux 24, d'un bobinage 27 et d'une enveloppe 23.

**[0038]** Le corps poreux 24 est sous forme d'un cylindre creux dont la partie poreuse 42 centrale est comprise dans l'enveloppe 23 de forme cylindrique coaxiale au corps poreux 24. L'espace compris entre le corps poreux 24 et l'enveloppe 23 définit une cavité externe 21.

**[0039]** L'enveloppe 23 est reliée aux extrémités 43 du corps poreux 24 par un système d'étanchéité 25 et 25'. Une cavité interne 22 est également définie à l'intérieur du corps poreux 24.

**[0040]** Le bobinage 27 relié à une source de courant alternatif 4 de puissance et fréquence réglables, produit un champ magnétique oscillant. Le corps poreux 24 est réalisé dans un matériau magnétostrictif et l'enveloppe 23 dans un matériau perméable aux ondes magnétiques produites par le bobinage 27.

**[0041]** La phase dispersée 40 est amenée par l'orifice 26 dans la cavité externe 21, puis elle est poussée au travers de la partie poreuse 42 jusqu'à la cavité interne 22, au niveau de la surface dite de sortie où elle sera mise en contact avec la phase dispersante 44 circulant de l'extrémité 43 gauche du corps poreux vers celle de droite. La mise en contact de la phase dispersée 40 sous forme de gouttelettes après passage au travers de la partie poreuse 42 et de la phase dispersante 44 est à la base de l'émulsion ou de la dispersion 41.

**[0042]** L'enveloppe 23 a pour rôle de comporter la phase dispersée 40 qui sera poussée au travers du corps poreux 24 et permettre les vibrations du corps poreux 24 sans dégradation de celui-ci.

**[0043]** Le système d'étanchéité 25 et 25'pourra être avantageusement composé de deux joints souples assurant à la fois l'étanchéité et la mobilité du corps poreux par rapport à l'enveloppe 23.

**[0044]** Le mode de réalisation représenté sur la figure 1 est un système de mise en vibration 51 par excitation magnétique c'est-à-dire que le système 51 est composé

de la source de courant alternatif 4 reliée au bobinage 27 dont la géométrie permet d'exercer sur le corps poreux 24 un champ magnétique alternatif.

**[0045]** Le corps poreux 24 ainsi soumis à un champ magnétique oscillant vibre et exerce sur l'interface des deux phases 40 et 44, l'action mécanique recherchée. Par cette action mécanique produite à l'interface des phases 40 et 44, les gouttelettes ainsi formées sont séparées rapidement du pore d'où elles proviennent et se mélangent à la phase dispersante 44 avec une taille de gouttelette très petite.

**[0046]** Le mode de réalisation représenté sur la figure 2, illustre un système de mise en vibration 151 par excitation électrique.

**[0047]** Les éléments identiques porteront les mêmes références et ne seront pas à nouveau décrits.

**[0048]** Le module actif 102 diffère de celui présenté sur la figure 1 seulement par le système de mise en vibration.

**[0049]** Le système de mise en vibration 151 comprend alors une source de courant alternatif 4 reliée à des surfaces conductrices entre lesquelles on place le corps poreux 24.

**[0050]** Les surfaces conductrices sont constituées par la couche conductrice 46 de l'enveloppe 23 et une tige conductrice 28 placée coaxialement au cylindre formé par le corps poreux 24. Chacune des surfaces conductrices 46 et 28 est reliée à une borne d'une source de courant alternatif 4 de puissance et fréquence réglables créant un champ électrique oscillant.

**[0051]** La tige conductrice 28 est réalisée dans un matériau conducteur avantageusement recouvert d'une couche isolante 45, de même que l'enveloppe 23 comprend au moins une couche conductrice 46 avantageusement recouverte d'un isolant 47 (représenté par le trait noir épais définissant le contour de la cavité externe 21).

**[0052]** Le corps poreux 24 réalisé dans un matériau piézo-électrique et soumis à ce champ, vibre et exerce ainsi à l'interface des phases dispersée 40 et dispersante 44, l'action mécanique recherchée.

**[0053]** Le mode de réalisation représenté sur la figure 3, illustre un système de mise en vibration 251 par excitation mécanique.

**[0054]** Les éléments identiques porteront les mêmes références et ne seront pas à nouveau décrits.

**[0055]** Le module actif 202 diffère de celui présenté sur les figures 1 et 2 seulement par le système de mise en vibration.

**[0056]** Le système de mise en vibration 251 comprend alors une source de courant alternatif 4 et 4' reliée à un ou plusieurs vibrateurs mécaniques couplés (liaison mécanique) avec le corps poreux 24, pouvant être avantageusement des transducteurs 29 et 29' en forme de collier fixés aux extrémités 43 du corps poreux 24.

**[0057]** Ces transducteurs 29 et 29' transmettent directement les vibrations au corps poreux 24. Dans ce cas, le système formé par les transducteurs 29 et 29' et le corps poreux 24 forme un oscillateur exerçant ainsi à l'interface des phases dispersée 40 et dispersante 44, l'action mécanique recherchée.

**[0058]** Un mode de réalisation particulier des transducteurs 290 et 290' en forme de collier est représenté sur les figures 7 et 9.

**[0059]** D'après la figure 7, les transducteurs 290 et 290' sont placés au niveau de chaque extrémité 43 du corps poreux 24 de manière fixe contre l'enveloppe 23 et le système d'étanchéité 25 et 25'.

**[0060]** Les transducteurs 290 et 290'sont formés d'un moyen de support 291 et 291' par exemple sous forme de collier octogonal comportant un évidement 52 coaxial à l'axe X et selon la figure 9, deux trous taraudés radiaux 293a et 293b. L'extrémité 43 du corps poreux 24 est emboîtée dans un manchon de raccord 292 ou 292' lui même placé dans l'évidement coaxial 52.

**[0061]** Ce manchon de raccord 292, d'après la figure 8 est une pièce façonnée composée d'un cylindre creux traversant un cube de largeur supérieure au diamètre externe du cylindre au niveau de sa portion médiane c'est à dire qu'au niveau de la portion médiane du manchon 292, la section se présente sous la forme d'un carré évidé d'un cercle correspondant au diamètre interne du cylindre. L'extrémité 43 du corps poreux 24 est placée de manière fixe dans le manchon 292 de manière que le manchon 292 transmette le mouvement qui lui est appliqué au corps poreux 24.

**[0062]** Selon la figure 9, dans chaque trou 293a et 293b est placé un élément piézo-électrique 294 et un ressort de précontrainte 295 de part et d'autre du manchon de raccord 292. Quatre vis de réglage 296a, 296b, 296c et 296d obturent les extrémités de chaque trou 293a et 293b. Les ressorts de précontrainte 295 sont précontraints en compression au moyen des quatre vis 296a, 296b, 296c et 296d précitées.

**[0063]** Les éléments piézo-électriques 294 sont alimentés par deux signaux électriques périodiques en quadrature l'un par rapport à l'autre (i.e. : décalage d'un quart de période) et subissent une élongation proportionnelle à la tension d'alimentation. Ils agissent en traction et en compression perpendiculairement à l'axe du corps poreux 24 générant ainsi des modes de vibration des extrémités 43 du corps poreux 24 entraînant sa flexion. Comme le signal d'entrée est rarement pur, c'est à dire qu'il comporte en outre le signal principal à une fréquence donnée, d'autres signaux secondaires à d'autres fréquences, les mouvements alors décrits par les sections transversales du corps poreux 24 sont composés d'une somme de trajectoires circulaires (correspondant chacune à une fréquence du signal d'entrée), garantissant sur une section une trajectoire globale circulaire. En outre, les deux signaux d'entrée sur les deux éléments piézoélectriques sont identiques au quart de période près, pour assurer que chaque point du corps poreux 24 au niveau d'une section transversale donnée subisse les mêmes vibrations et garantir ainsi une homogénéité d'action mécanique.

**[0064]** Les transducteurs 290 et 290' sont alimentés

par des signaux de fréquences distinctes correspondant chacun à un mode propre du système. Ceci permet une optimisation et un bon contrôle de la génération des vibrations, tout en évitant les noeuds de vibration où l'action mécanique serait absente.

**[0065]** Dans le mode de mise en oeuvre de l'invention représenté sur la figure 4, le dispositif comprend un module actif 2 relié par la canalisation 5 au système d'alimentation 1 en phase dispersée 40, par la canalisation 7 au système d'alimentation 8 en phase dispersante 44 et par la canalisation 6 au système de soutirage 3. Le module actif 2 est également relié à une source de courant alternatif 4.

**[0066]** La source de courant alternatif 4 apporte au module actif 2 l'énergie nécessaire à la génération de l'action mécanique nécessaire à la génération de fines gouttelettes. Le système de soutirage 3, relié au module actif 2 par la canalisation 6 permet l'évacuation de l'émulsion ou de la dispersion 41 du corps poreux 24.

**[0067]** Une variante de cette mise en oeuvre, représentée sur la figure 5 comprend les mêmes éléments que dans le mode de mise en oeuvre précédent à part qu'une canalisation 17 relie le système de soutirage 3 au module 2. Le système de soutirage 3 permet alors le retour de l'émulsion ou de la dispersion 41, créant ainsi une re-circulation.

**[0068]** Selon la figure 6, dans cette variante de mise en oeuvre le système de soutirage 3, est composé d'au moins un réservoir 30 et d'une pompe 33 située entre ce réservoir 30 et la canalisation 17. Le réservoir 30 est muni d'un système d'agitation 31 et d'un système de maintien de la température 50 composé d'un bain thermostaté 35 et d'une spire échangeuse 34.

**[0069]** Le système d'alimentation 1 en phase dispersée 40 comprend une alimentation 48 en gaz sous pression composée d'un réservoir 13 (bouteille sous pression, ou compresseur couplé à un vase d'expansion) et d'un détendeur 14. Le système 1 comprend également un réservoir 10 de phase dispersée 40, pressurisable, muni d'un système d'agitation 11, et monté sur un peson ou une balance 15. Le système 1 comprend enfin une vanne de sectionnement 12.

**[0070]** Le détendeur 14 permet de fixer la pression à laquelle est poussée la phase dispersée 40 au niveau du système d'alimentation 1.

**[0071]** Le peson ou une balance 15 sont utilisés pour contrôler la masse et le flux de phase dispersée 40 injectée dans le système d'alimentation 1.

- EXEMPLE D'APPLICATION -

**[0072]** Un mode de réalisation de l'invention est maintenant décrit à titre d'exemple non limitatif.

**[0073]** Le module actif utilisé correspond à celui représenté sur la figure 3 avec un mode de réalisation identique à celui de la figure 6.

**[0074]** Le module actif peut être avantageusement un module de filtration tangentielle monocanal adapté à l'application, utilisant des corps poreux en céramique hydrophile de diamètre de pore 0,1 μm et 0,8 μm. Un corps poreux cylindrique creux de longueur entre 20 et 30 mm et de rayon extérieur entre 10 et 15 mm et de rayon intérieur entre 7 et 12 mm sera utilisé.

**[0075]** L'exemple de réalisation concerne la fabrication d'une émulsion 41 de type huile dans l'eau, composée par exemple de 10 % d'huile de soja, 0,5 % d'émulsifiant Tween 20 (marque déposée) et 89,5 % d'eau.

**[0076]** Un mélange de 4,8 % de Tween 20 et 95,2 % d'huile est réalisé dans le réservoir 10 sous agitation. Puis une quantité d'eau X est mise en circulation à partir du réservoir 30. Une fois la vanne 12 fermée, le détendeur 14 est réglé sur une pression entre 0,1 et 5 bars. Les transducteurs 29 et 29' sont alimentés indépendamment avec la source de courant alternatif 4 (composée de deux sources séparées) avec des signaux de puissances comprises entre 0 W et 2 kW et de deux fréquences dont une est comprise entre 14 et 16 kHz et la deuxième entre 18 et 22 kHz. Puis la vanne 12 est ouverte et refermée lorsque la quantité de mélange huile + émulsifiant atteint 0,1173X. Durant toute l'opération, la température est maintenue autour d'une température de consigne comprise entre 15 et 25°C.

**[0077]** Afin de vérifier l'apport des vibrations dans l'effet technique recherché, la même expérience est réalisée sans vibration. Puis les répartitions volumiques des tailles de gouttes des émulsions obtenues avec ou sans vibrations sont mesurées par un granulomètre à diffraction laser Malvern (marque déposée). Les résultats des mesures pour un corps poreux 24 de taille de pores de 0,8 μm avec et sans vibrations générées par une puissance de 50 W sont illustrés sur la figure 10, diagramme présentant le pourcentage volumique des populations de gouttes en fonction de leur taille (en échelle logarithmique). La répartition des populations est représentée par un trait interrompu pour l'essai sans vibration et avec un trait continu pour l'essai avec vibrations. On constate dans chaque cas la présence de plusieurs populations de gouttes, identifiées par plusieurs pics. La présence de ces mêmes populations de gouttes a été confirmée par des images prises avec un microscope électronique (images non représentées).

**[0078]** Une grande proportion de population de taille élevée est observée dans le cas où aucune vibration n'est appliquée (plus de 15 % volumique) et semble être due au phénomène de coalescence. En outre une nette diminution de cette proportion est observée (environ 12 % volumique) avec l'utilisation de vibrations. Ainsi l'utilisation des vibrations semble inhiber la coalescence. On constate aussi un décalage des pics vers des valeurs de taille plus faible (de 30 μm pour les essais sans vibration et 10 μm pour les essais avec vibrations) ce qui semble indiquer que les vibrations facilitent la formation et l'arrachement des gouttes. Il semble également que les vibrations facilitent le flux de phase dispersée à travers le corps poreux 24 car des écarts de 10 % ont été constatés lors des essais. Ces hypothèses ne doivent, néanmoins,

aucunement être considérées comme limitatives de l'invention.

**[0079]** En outre avec une puissance électrique de 200 W et un corps poreux 24 de diamètre de pore de 0,1 μm, une émulsion 41 dont la taille de goutte est inférieure à 300 nm est obtenue (résultats non représentés).

**[0080]** Il peut être intéressant d'appliquer cet exemple notamment à la fabrication de produits cosmétiques, dermo-pharmaceutiques ou pharmaceutiques.

**[0081]** Dans la description détaillée des dessins qui précède, l'on aura distingué trois systèmes de mise en vibration du corps poreux : par excitation mécanique 251, électrique 151 ou magnétique 51. Ces divers systèmes 51, 151 et 251 sont susceptibles d'être couplés pour un effet optimal. Il faut également noter que, dans le cas des excitations magnétiques et électriques, les deux principes ont été distingués. Cependant la génération d'un champ magnétique oscillant entraîne selon les équations de Maxwell la génération d'un champ électrique oscillant (et inversement), couplant de fait les deux effets.

**[0082]** Les vibrations de la surface de sortie du corps poreux 24 agissent dans cette invention, libérant une énergie mécanique de rupture directement à l'interface des phases dispersée 40 et dispersante 44, permettant d'éviter la formation de grosses gouttes et générant la formation de fines gouttes de phase dispersée 40 dans la phase dispersante 44 à la base de l'émulsion 41.

**[0083]** Le système permet ainsi de transmettre à l'interface des deux phases 40 et 44 une énergie importante ; la transmission se faisant par un solide (le corps poreux 24) et non par les fluides. Il semble que dans ces conditions les phénomènes de coalescence soient inhibés, et le mécanisme de formation et d'arrachement des gouttes accéléré. Cette hypothèse ne doit, néanmoins, aucunement être considérée comme limitative de l'invention.

**[0084]** Le choix du mode de mise en vibration impose des propriétés magnétostrictives, piézoélectriques ou électrostrictives au corps poreux. D'autres propriétés, géométriques, mécaniques, physico-chimiques, chimiques sont déterminées par l'application.

**[0085]** La forme générale du corps poreux 24 doit permettre d'optimiser la surface au travers de laquelle passe la phase dispersée 40 tout en facilitant la transmission ou la génération de vibrations. L'une de ces formes, le cylindre creux (on reprend alors le principe de montage de membrane de filtration tangentielle), est celle qui a été présentée précédemment. On peut citer également à titre d'exemple un cylindre plein placé dans une canalisation la phase dispersée s'écoulant selon l'axe du cylindre, ou encore un bouchon fixé dans une canalisation, et dont la surface de sortie affleure la surface intérieure d'une cuve agitée. La porosité, la taille de pores et l'épaisseur du corps poreux 24 déterminent le volume efficace, et la durée de l'action mécanique. La résistance mécanique et l'élasticité jouent sur l'amplitude des vibrations et donc l'intensité de l'action mécanique. Le caractère hydrophile / hydrophobe peut modifier sensiblement les trajets du fluide au travers du corps mais également l'interface corps poreux 24 // phase dispersée 40 // phase dispersante 44 (angle de contact). On choisit alors avantageusement un corps 24 ayant une bonne affinité avec la phase dispersante 44 afin de favoriser le décollement des gouttes de phase dispersée 40. Il faut également que les matériaux choisis soient compatibles avec les produits utilisés. En utilisant un corps non perméable aux micro-ondes il est impossible de chauffer ce corps et d'ajouter à l'effet mécanique un effet thermique.

**[0086]** De façon générale on note que le corps poreux 24 n'est pas nécessairement homogène. A titre d'exemple on peut choisir un corps poreux 24 dont seule la couche au contact de la phase dispersante 44 possède une porosité adaptée, le reste du corps 24 servant de support à cette couche. De même, pour garantir l'étanchéité nécessaire au passage imposé de la phase dispersée 40 à travers le corps poreux 24, une partie du corps 24 située à ses extrémités 43 peut être non poreuse. Ainsi on définit les propriétés du corps poreux 24 et par suite sa composition et son traitement, en fonction de l'application.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion (41) à partir d'au moins deux fluides réputés non miscibles, lesdits fluides constituant une phase dispersée (40) et une phase dispersante (44), ladite phase dispersée (40) étant poussée à travers un corps poreux (24) dans la phase dispersante (44), **caractérisé en ce que** ledit corps poreux (24) est mis en vibration par une excitation de nature mécanique, électrique ou magnétique.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la phase dispersante (44) circule à la surface de sortie du corps poreux (24).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on fait re-circuler l'émulsion (41) dans le corps poreux (24) qui se charge en phase dispersée (40) au cours du processus.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fréquences et/ou la puissance des vibrations sont contrôlées.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on ajoute un émulsifiant dans au moins l'une des deux phases (40, 44).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la phase dispersée (40) est poussée à travers le corps poreux (24) dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrô-

lées.

**7.** Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la phase dispersante (44) circule à la surface du corps poreux (24) dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition, et d'agitation contrôlées.

**8.** Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on superpose à l'excitation aux fréquences générant les vibrations du corps poreux, une onde dans les fréquences des micro-ondes entraînant l'échauffement du corps poreux (24).

**9.** Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il consiste à utiliser ladite dispersion ou émulsion (41) pour fabriquer des produits cosmétiques, dermo-pharmaceutiques ou pharmaceutiques.

**10.** Dispositif pour la fabrication d'une dispersion ou d'une émulsion (41) à partir d'au moins un fluide, comprenant au moins :

- un corps poreux (24) ayant une partie poreuse (42) au travers de laquelle est apte à être poussée ledit fluide (40), ledit corps poreux (24) ayant une cavité dite interne (22),
- une enveloppe (23) entourant de manière étanche au moins ladite partie poreuse (42) de façon à définir une cavité dite externe (21) dans laquelle débouche ladite partie poreuse (42), ledit fluide (40) étant apte à être amené dans ladite cavité externe (21),

**caractérisé en ce qu'**il comporte un système de mise en vibration (51, 151, 251) du corps poreux (24) pour appliquer directement des vibrations au corps poreux (24).

**11.** Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**il comprend un système d'alimentation (1) dudit fluide (40) capable de fournir ledit fluide (40) dans la cavité externe (21) dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrôlées.

**12.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'**il comprend un système d'alimentation (8) d'un autre fluide (44) capable de fournir cet autre fluide (44) dans ladite cavité interne (22) dans des conditions de température, de pression, de débit, de composition et d'agitation contrôlées.

**13.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10, 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'**il comprend un système de soutirage (3) permettant l'évacuation, et le stockage ou la transmission de l'émulsion ou de la dispersion (41) vers un autre système ou encore la re-circulation de l'émulsion ou de la dispersion (41).

**14.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** le système de mise en vibration (51) du corps poreux (24) est constitué d'un bobinage (27) relié à une source de courant alternatif (4) entourant l'enveloppe (23) perméable aux ondes magnétiques générées par le bobinage (27), le corps poreux (24) étant réalisé en matériau magnétostrictif.

**15.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** le système de mise en vibration (151) du corps poreux (24) est constitué d'une tige conductrice (28) disposée coaxialement au corps poreux (24), d'une enveloppe (23) conductrice, ladite tige conductrice (28) et ladite enveloppe (23) étant reliées à une source de courant alternatif (4), le corps poreux (24) étant constitué d'un matériau piézoélectrique.

**16.** Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la tige conductrice (28) et/ou la surface du corps poreux (24) sont recouvertes d'un isolant (45 ; 47).

**17.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** le système de mise en vibration (251) du corps poreux (24) est constitué de deux transducteurs (29, 29') fixés aux extrémités (43) du corps poreux (24) et reliés à une source de courant alternatif (4), lesdits transducteurs (29, 29') étant constitués d'un matériau piézoélectrique.

**18.** Dispositif selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** chaque transducteur (290, 290') comporte un moyen de support (291) fixé à l'enveloppe (23), ledit moyen de support (291) comportant un évidement (52) dans lequel est positionnée une extrémité (43) du corps poreux (24), ledit moyen de support (291) comportant au moins une paire de trous radiaux (293a, 293b), chaque paire contenant un élément piézoélectrique (294) dans un trou et un moyen élastique de sollicitation (295) dans l'autre trou de la même paire (293a, 293b) pour maintenir l'élément piézoélectrique (294) en appui contre le corps poreux (24), les trous d'une même paire (293a, 293b) étant diamétralement opposés.

**19.** Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** le moyen de support (291) comporte deux paires de trous (293a, 293b), les deux paires de trous (293a, 293b) étant disposés dans des directions per-

pendiculaires, et **en ce que** les deux éléments piézoélectriques (294) sont alimentés par des signaux décalés d'un quart de période l'un par rapport à l'autre, et en association avec les ressorts de précontrainte (295), engendrent un déplacement du corps poreux (24) selon une trajectoire globalement circulaire.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung einer Dispersion oder einer Emulsion (41) aus wenigstens zwei als nicht mischbar angesehenen Fluiden, wobei die Fluide eine disperse Phase (40) und ein Dispersionsmittel (44) bilden, wobei die disperse Phase (40) durch einen porösen Körper (24) in das Dispersionsmittel (44) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der poröse Körper (24) durch eine mechanische, elektrische oder magnetische Anregung in Schwingungen versetzt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dispersionsmittel (44) an der Austrittsfläche des porösen Körpers (24) zirkuliert.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Emulsion (41) in dem porösen Körper (24) rezirkulieren lässt, der sich im Laufe des Prozesses mit disperser Phase (40) belädt.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzen und/oder die Stärke der Schwingungen gesteuert werden.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man wenigstens einen Emulsionsbildner zu wenigstens einer der beiden Phasen (40, 44) zugibt.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die disperse Phase (40) unter hinsichtlich Temperatur, Druck, Durchsatz, Zusammensetzung und Bewegung kontrollierten Bedingungen durch den porösen Körper (24) gefördert wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dispersionsmittel (44) unter hinsichtlich Temperatur, Druck, Durchsatz, Zusammensetzung und Bewegung kontrollierten Bedingungen an der Oberfläche des porösen Körpers (24) zirkuliert.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man der Anregung bei den Frequenzen, welche die Schwingungen des porösen Körpers hervorrufen, eine Welle im Frequenzbereich von Mikrowellen überlagert, was zu einer Erwärmung des porösen Körpers (24) führt.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es darin besteht, die Dispersion oder Emulsion (41) zur Herstellung von kosmetischen, dermopharmazeutischen oder pharmazeutischen Produkten zu verwenden.

10. Vorrichtung zur Herstellung einer Dispersion oder einer Emulsion (41) aus wenigstens einem Fluid, mit wenigstens:

    - einem porösen Körper (24), der wenigstens einen porösen Bereich (42) aufweist, durch den das Fluid (40) gefördert werden kann, wobei der poröse Körper (24) eine innere Ausnehmung (22) aufweist,
    - eine Hülle (23), die zumindest den porösen Bereich (42) dicht umgibt, so dass eine äußere Ausnehmung (21) gebildet wird, in welche der poröse Bereich (42) mündet, wobei das Fluid (40) in die äußere Ausnehmung (21) eingebracht werden kann,

    **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein System (51, 151, 251) zum Versetzen des porösen Körpers (24) in Schwingungen aufweist, um dem porösen Körper (24) unmittelbar Schwingungen aufzuprägen.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Versorgungssystem (1) mit Fluid (40) umfasst, welches in der Lage ist, das Fluid (40) unter hinsichtlich Temperatur, Druck, Durchsatz, Zusammensetzung und Bewegung kontrollierten Bedingungen in die äußere Ausnehmung (21) zu leiten.

12. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Versorgungssystem (8) mit einem anderen Fluid (44) umfasst, welches in der Lage ist, das andere Fluid (44) unter hinsichtlich Temperatur, Druck, Durchsatz, Zusammensetzung und Bewegung kontrollierten Bedingungen in die innere Ausnehmung (22) zu leiten.

13. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Entnahmesystem (3) umfasst, welches den Abzug und die Lagerung oder die Überführung der Emulsion oder der Dispersion (41) zu einem anderen System oder auch die Rezirkulation der Emulsion oder der Dispersion (41) ermöglicht.

**14.** Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System (51) zum Versetzen des porösen Körpers (24) in Schwingungen aus einer Spule (27) besteht, die mit einer Wechselstromquelle (4) verbunden ist und die Hülle (23) umgibt, welche für die von der Spule (27) erzeugten magnetischen Wellen permeabel ist, wobei der poröse Körper (24) aus einem magnetostriktiven Material besteht.

**15.** Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System (151) zum Versetzen des porösen Körpers (24) in Schwingungen aus einem leitfähigen, koaxial zu dem porösen Körper (24) angeordneten Schaft (28) und einer leitfähigen Hülle (23) besteht, wobei der leitfähige Schaft (28) und die leitfähige Hülle (23) mit einer Wechselstromquelle (4) verbunden sind und der poröse Körper (24) aus einem piezoelektrischen Material besteht.

**16.** Vorrichtung gemäß Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der leitfähige Schaf (28) und/oder die Oberfläche des porösen Körpers (24) mit einem Isolator (45; 47) bedeckt sind.

**17.** Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System zum Versetzen des porösen Körpers (24) in Schwingungen aus zwei Sendeempfängern (29, 29') besteht, die an den Enden (43) des porösen Körpers (24) befestigt und mit einer Wechselstromquelle (4) verbunden sind, wobei die Sendeempfänger (29, 29') aus einem piezoelektrischen Material bestehen.

**18.** Vorrichtung gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Sendeempfänger (290, 290') ein an der Hülle (23) befestigtes Trägermittel (291) aufweist, wobei das Trägermittel (291) eine Aussparung (52) aufweist, in welcher ein Ende (43) des porösen Körpers (24) positioniert ist, wobei das Trägermittel (291) wenigstens ein Paar Radialbohrungen (293a, 293b) aufweist, wobei jedes Paar ein piezoelektrisches Element (294) in einer Bohrung und ein elastisches Beaufschlagungsmittel (295) in der anderen Bohrung desselben Paars (293a, 293b) enthält, um das piezoelektrische Element (294) gegen den porösen Körper (24) in Anlage zu halten, wobei die Bohrungen desselben Paars (293a, 293b) einander diametral gegenüberliegen.

**19.** Vorrichtung gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägermittel (291) zwei Paare von Bohrungen (293a, 293b) aufweist, wobei die beiden Bohrungspaare (293a, 293b) in zueinander senkrechten Richtungen angeordnet sind, und **dadurch** dass die beiden piezoelektrischen Elemente (294) mit Signalen gespeist werden, die um eine Viertefperiode zueinander versetzt sind und zusammen mit den Vorspannungsfedern (295) eine Bewegung des porösen Körpers (24) entlang einer im Wesentlichen kreisförmigen Bahn bewirken.

**Claims**

**1.** A method for making a dispersion or an emulsion (41) from at least two fluids considered to be immiscible, said fluids constituting a dispersed phase (40) and a dispersing phase (44), said dispersed phase (40) being forced through a porous body (24) into the dispersing phase (44), **characterized in that** said porous body (24) is made to vibrate by excitation of a mechanical, electrical or magnetic type.

**2.** The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the dispersing phase (44) circulates at the exit surface of the porous body (24).

**3.** The method as claimed in claim 2, **characterized in that** the emulsion (41) is recirculated in the porous body (24), which becomes loaded with dispersed phase (40) during the process.

**4.** The method as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the frequencies and/or the power of the vibrations are controlled.

**5.** The method as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** an emulsifier is added to at least one of the two phases (40, 44).

**6.** The method as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the dispersed phase (40) is forced through the porous body (24) under controlled conditions of temperature, pressure, flow rate, composition and agitation.

**7.** The method as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the dispersing phase (44) circulates at the surface of the porous body (24) under controlled conditions of temperature, pressure, flow rate, composition and agitation.

**8.** The method as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** a wave in the microwave frequency range, which causes heating of the porous body (24), is superimposed on the excitation at the frequencies which generate the vibrations of the porous body.

**9.** The method as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** it consists in using said dispersion or emulsion (41) to make cosmetic, dermopharmaceutical or pharmaceutical products.

**10.** A device for making a dispersion or an emulsion (41) from at least one fluid, comprising at least:

- a porous body (24) having a porous part (42) through which said fluid (40) can be forced, said porous body (24) having a so-called internal cavity (22),
- a case (23) which surrounds at least said porous part (42) in a leaktight fashion so as to define a so-called external cavity (21) into which said porous part (42) opens, it being possible to convey said fluid (40) into said external cavity (21),

**characterized in that** it has a system (51, 151, 251) for making the porous body (24) vibrate, which can apply vibrations directly to the porous body (24).

**11.** The device as claimed in claim 10, **characterized in that** it comprises a system (1) for supplying said fluid (40), which can deliver said fluid (40) into the external cavity (21) under controlled conditions of temperature, pressure, flow rate, composition and agitation.

**12.** The device as claimed in either one of claims 10 and 11, **characterized in that** it comprises a system (8) for supplying another fluid (44), which can deliver this other fluid (44) into said internal cavity (22) under controlled conditions of temperature, pressure, flow rate, composition and agitation.

**13.** The device as claimed in any one of claims 10, 11 and 12, **characterized in that** it comprises an extraction system (3) making it possible to discharge, store or send the emulsion or the dispersion (41) to another system, or to recirculate the emulsion or the dispersion (41).

**14.** The device as claimed in any one of claims 10 to 13, **characterized in that** the system (51) for making the porous body (24) vibrate consists of a winding (27) connected to an alternating current source (4) and surrounding the case (23) which is permeable to the magnetic waves generated by the winding (27), the porous body (24) being made of a magnetostrictive material.

**15.** The device as claimed in any one of claims 10 to 13, **characterized in that** the system (151) for making the porous body (24) vibrate consists of a conductive rod (28) arranged coaxially with the porous body (24) and a conductive case (23), said conductive rod (28) and said case (23) being connected to an alternating current source (4), the porous body (24) being made of a piezoelectric material.

**16.** The device as claimed in claim 15, **characterized in that** the conductive rod (28) and/or the surface of the porous body (24) are covered with an insulator (45; 47).

**17.** The device as claimed in any one of claims 10 to 13, **characterized in that** the system (251) for making the porous body (24) vibrate consists of two transducers (29, 29') which are fixed to the ends (43) of the porous body (24) and are connected to an alternating current source (4), said transducers (29, 29') consisting of a piezoelectric material.

**18.** The device as claimed in claim 17, **characterized in that** each transducer (290, 290') has a support means (291) fixed to the case (23), said support means (291) having a recess (52) in which one end (43) of the porous body (24) is positioned, said support means (291) having at least one pair of radial holes (293a, 293b), each pair containing a piezoelectric element (294) in one hole and a resilient application means (295) in the other hole of the same pair (293a, 293b) in order to keep the piezoelectric element (294) bearing against the porous body (24), the holes in each pair (293a, 293b) being diametrically opposite.

**19.** The device as claimed in claim 18, **characterized in that** the support means (291) has two pairs of holes (293a, 293b), the two pairs of holes (293a, 293b) being arranged in perpendicular directions, and **in that** the two piezoelectric elements (294) are supplied with signals that are offset by one fourth of a period with respect to each other and, in combination with the prestressing springs (295), cause displacement of the porous body (24) in an overall circular trajectory.

Fig. 1

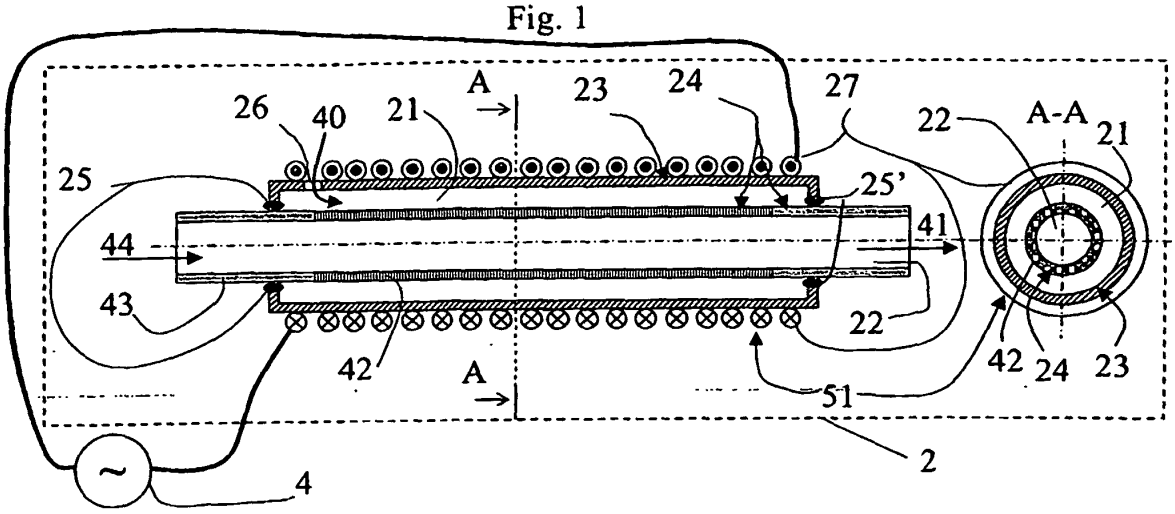



Fig. 2

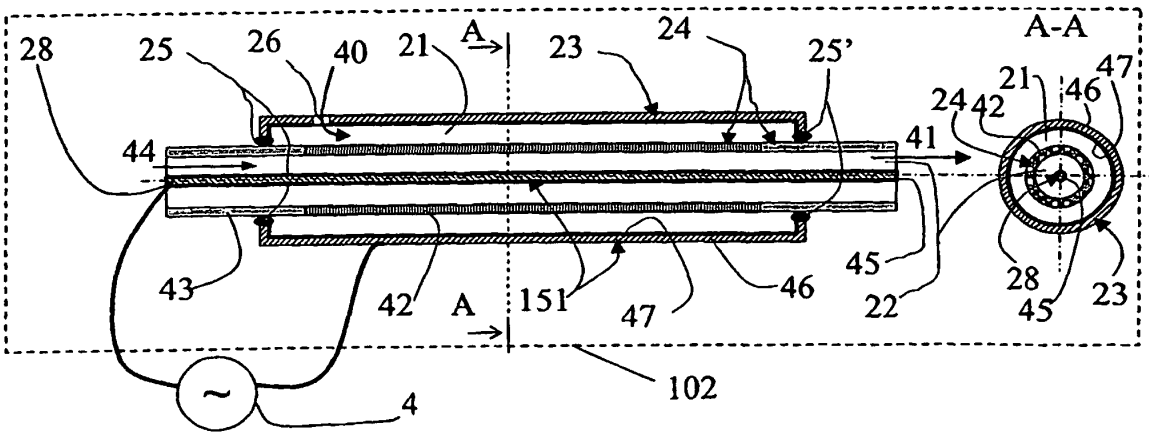



Fig. 3

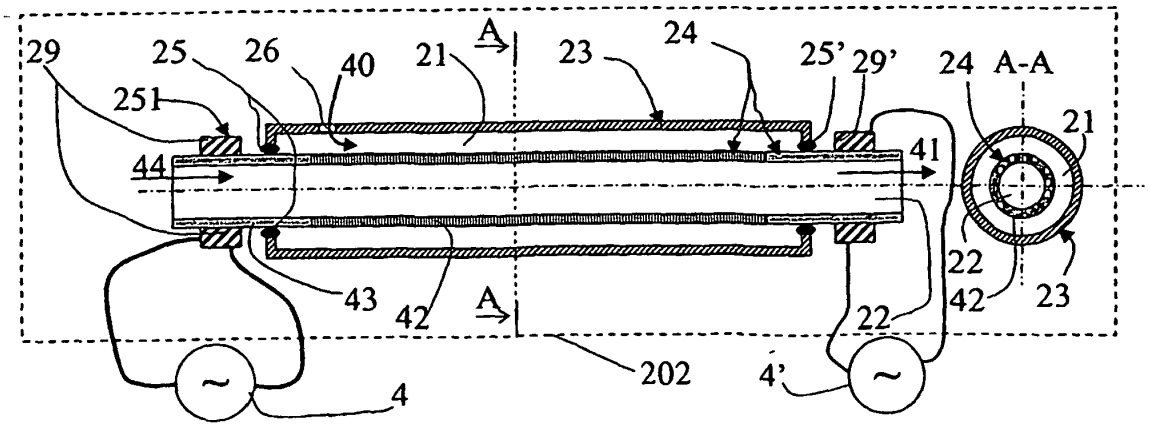


Fig. 4

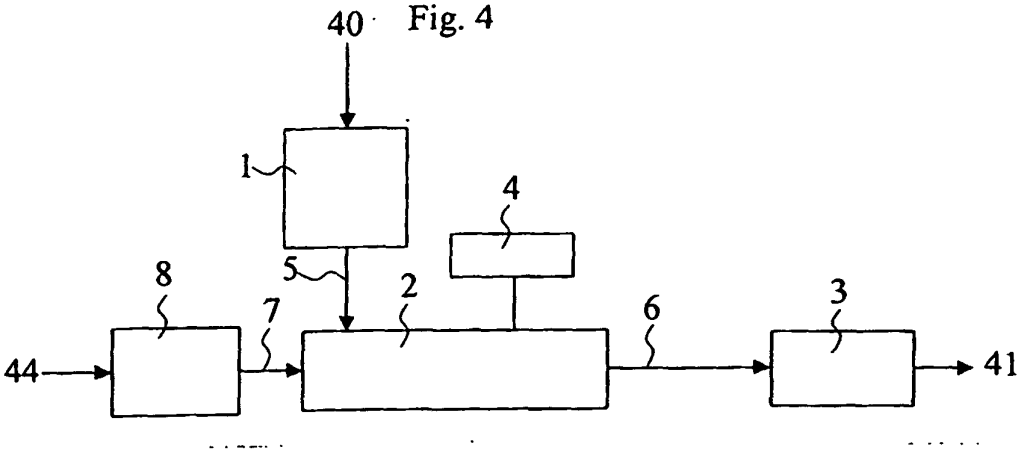



Fig. 5

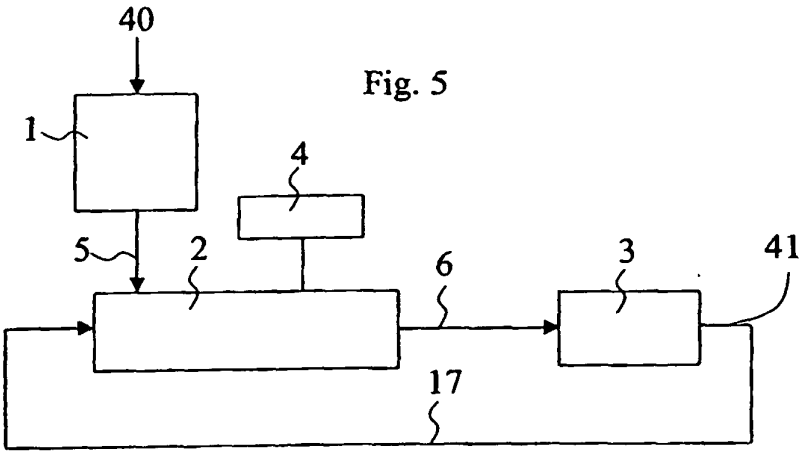



Fig. 6

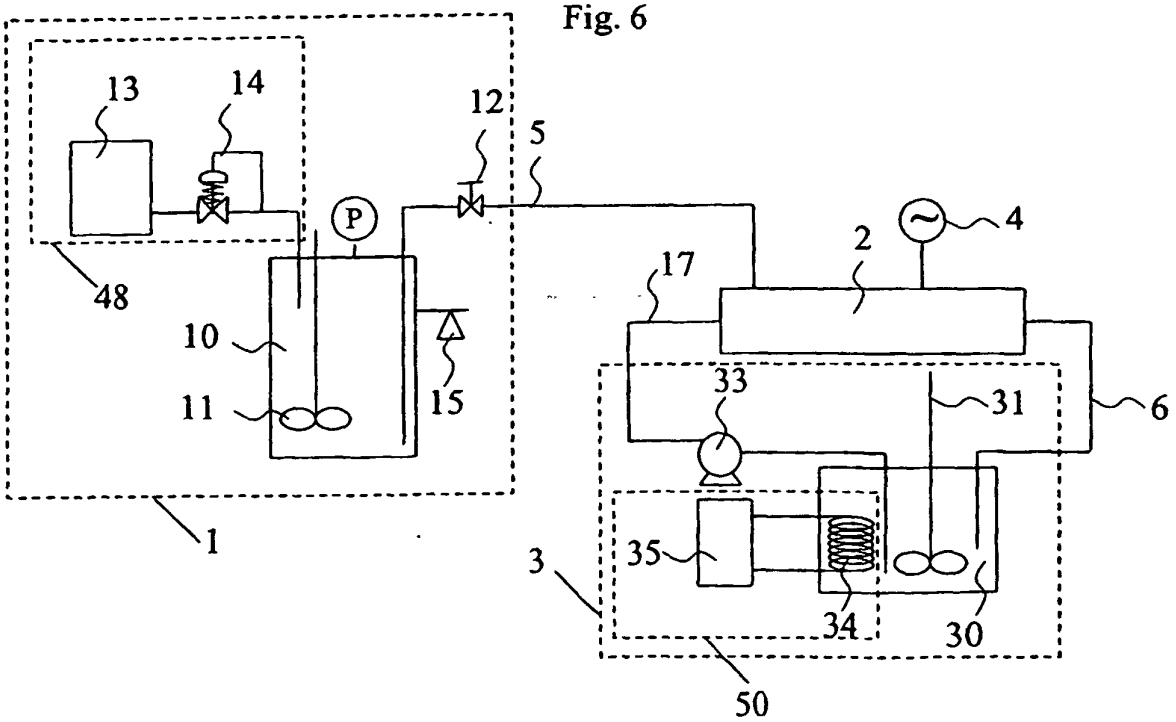


Fig. 7

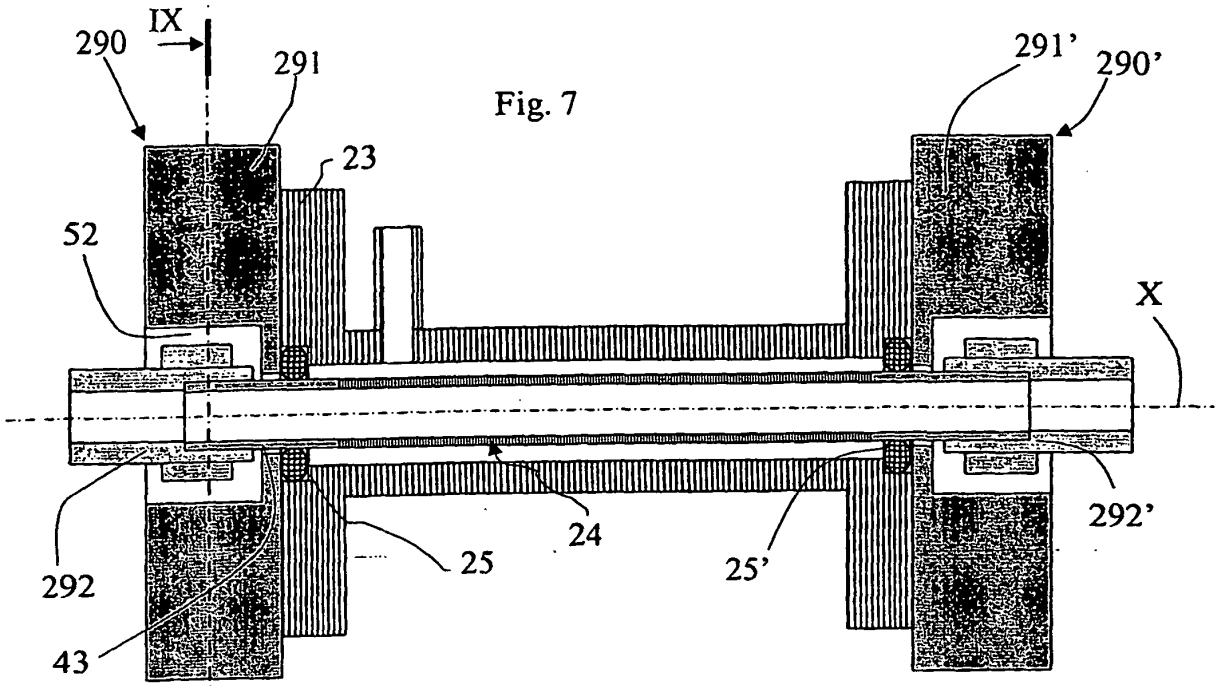



Fig. 8

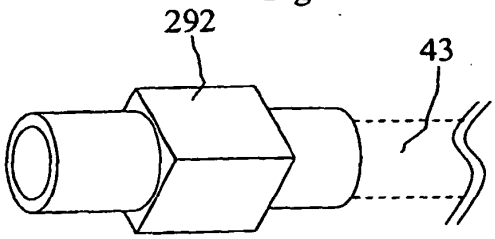



Fig. 9

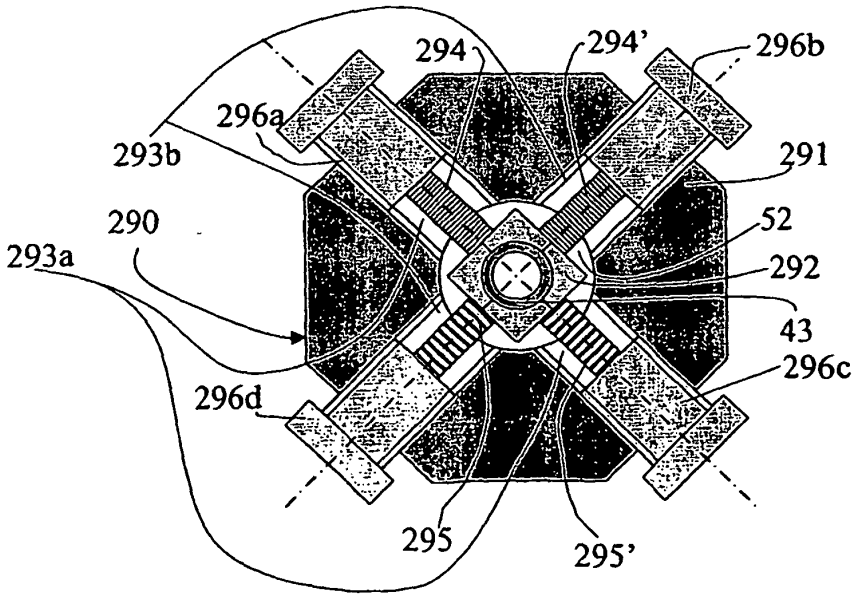
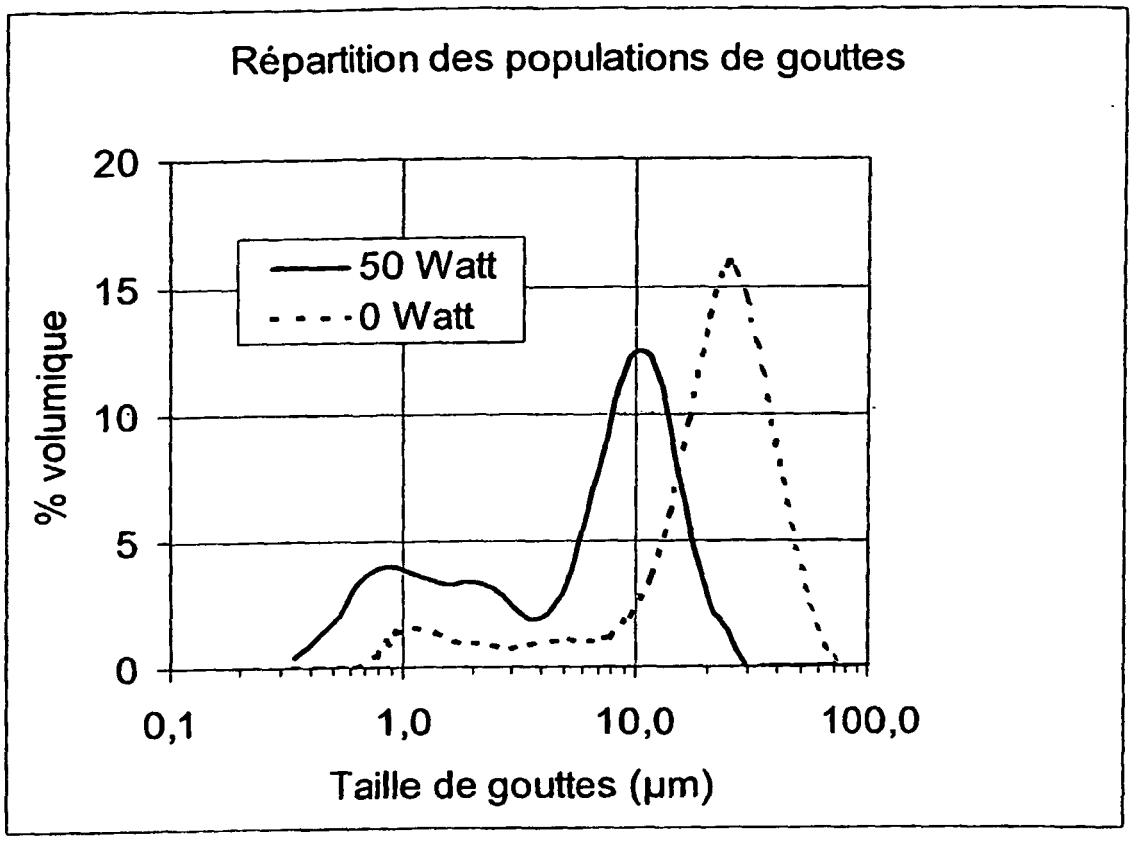


Fig. 10


Répartition des populations de gouttes
20
15
10
5
0
% volumique
50 Watt
0 Watt
0,1
1,0
10,0
100,0
Taille de gouttes (µm)