

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 27982

(54) Appareil, utilisable comme hémodialyseur, comprenant des plaques munies de nervures ayant des zones de hauteur maximale.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 01 D 13/00; A 61 M 1/03.

(22) Date de dépôt..... 31 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

(71) Déposant : Société anonyme dite : HOSPAL — SODIP, résidant en France.

(72) Invention de : Robert Benattar et Michel Cronenberger.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bernard Vogt, Rhône-Poulenc Industries, centre de recherches de Saint-Fons,
service brevets, BP 62, 69190 Saint-Fons.

APPAREIL, UTILISABLE COMME HEMODIALYSEUR, COMPRENANT DES PLAQUES
MUNIES DE NERVURES AYANT DES ZONES DE HAUTEUR MAXIMALE

La présente invention à la réalisation de laquelle ont collaboré
05 Messieurs Robert BENATTAR et Michel CRONENBERGER, concerne un appareil,
utilisable notamment comme rein artificiel à hémodialyse et à
ultrafiltration, comprenant un empilement de plaques sur les faces de
chacune desquelles se trouvent des nervures. Un tel appareil comprend
10 l'empilement, tandis que les nervures sur lesquelles reposent les
membranes se croisent et prennent appui l'une sur l'autre, par
l'intermédiaire des membranes, entre deux faces en regard de deux plaques
consécutives.

De tels appareils sont déjà connus pour la même application,
15 mais un problème nouveau vient d'apparaître au technicien du fait que les
membranes récentes, dont on a amélioré les performances concernant les
échanges de matières, c'est-à-dire les échanges dialytiques, ont vu leurs
performances d'ultrafiltration croître également. Or, on sait que pour le
traitement des malades par hémodialyse il est nécessaire de limiter
20 l'ultrafiltration pendant les séances ou éventuellement pendant des
fractions de temps d'une séance. Etant donné que pour des raisons de
sécurité, le sang qui circule entre les membranes est à une pression
supérieure à celle du liquide de dialyse circulant entre les nervures et
au contact des plaques, le technicien a observé qu'avec les appareils
25 munis de plaques comprenant des nervures classiques, dont le pas est
généralement inférieur à 3 mm, il était impossible avec des membranes
récentes à hautes performances de pouvoir limiter l'ultrafiltration comme
il le souhaitait, notamment autour de 200 ml/h/m² (millilitres, par
heure et par m² de surface utile de membrane).

30 Un but de la présente invention est donc un appareil ne
présentant pas les inconvénients de l'art antérieur.

Plus spécialement un but de la présente invention est un
appareil dans lequel il est possible d'abaisser les débits
d'ultrafiltration à de faibles valeurs tout en ayant de hautes
35 performances dialytiques.

Un autre but de la présente invention est un appareil dans lequel le sang circule entre deux membranes semi-perméables à hautes performances d'ultrafiltration, à une pression supérieure à celle du liquide de dialyse, et par lequel il est possible d'obtenir de faibles
05 débits d'ultrafiltration, de l'ordre de 200 ml/h/m^2 , et même moins, tout en ayant de bonnes performances dialytiques.

Un autre but de la présente invention est un appareil muni de membranes semi-perméables à haute perméabilité en ultrafiltration et qui offre un faible volume pour le sang.

10 Un autre but de la présente invention est un appareil dans lequel l'épaisseur du "film sang" entre les membranes varie périodiquement, ce qui améliore les échanges (transferts) dialytiques.

Un autre but de la présente invention est un appareil dans lequel la section de passage du sang circulant entre les membranes varie
15 périodiquement par rapport à sa direction générale d'avancement, les membranes étant constamment supportées par les nervures.

Il a maintenant été trouvé et c'est ce qui fait l'objet de la présente invention un appareil utilisable notamment comme rein artificiel, comprenant un empilement de plaques ayant chacune sur chacune
20 de leurs deux faces principales une cuvette comprenant des nervures, les nervures d'une face d'une plaque se croisant avec les nervures de la face adjacente, ledit empilement comprenant deux membranes entre les faces en regard de deux plaques successives, caractérisé en ce que les nervures (2) des faces en regard de deux plaques (1) successives sont en contact,
25 par l'intermédiaire des membranes, grâce à des zones (14) de hauteur maximale H et de longueur l prévues sur les nervures (2) d'au moins une desdites faces.

La description d'un appareil selon la présente invention sera mieux comprise à l'aide des figures ci-jointes qui illustrent de façon
30 schématique, à titres d'exemples non limitatifs, des modes de réalisation particuliers des nervures des plaques d'un appareil.

La figure 1 représente partiellement un mode de réalisation d'une plaque munie de nervures selon la présente invention.

La figure 2 est une section partielle selon II-II de la figure 1.

35 La figure 3 est une coupe partielle selon III-III de la figure 1.

La figure 4 est une section selon IV-IV de la figure 1.

La figure 5 est une coupe selon V-V de la figure 1 montrant un mode de réalisation des nervures selon la présente invention.

La figure 6 est une vue en perspective d'une nervure selon la
05 figure 5.

La figure 7 est une vue en coupe prise de la même façon que la coupe de la figure 5 et représentant un autre mode de réalisation des nervures selon la présente invention.

La figure 8 est une vue en perspective de la nervure selon la
10 figure 7.

La figure 9 est une variante de disposition des nervures selon la présente invention.

La figure 10 est une autre variante de disposition des nervures selon la présente invention.

15 La figure 11 est une représentation agrandie et plus détaillée de la partie comprise dans le polygone A de la plaque représentée figure 1.

La figure 1 représente partiellement un mode de réalisation d'une plaque (1) d'un appareil qui comprend des nervures (2) selon la
20 présente invention. Cette plaque (1) de forme générale allongée comprend un axe longitudinal Δ et une cuvette (3) sur chacune de ses faces principales, c'est-à-dire les deux faces ayant la plus grande surface. Ces deux cuvettes disposées dos-à-dos sont séparées par une paroi mince (4) comme cela est représenté plus clairement figure 4. Sur son
25 pourtour cette plaque (1) comprend des bords longitudinaux (5) et transversaux (6). Dans la figure 1 seule une partie de la plaque (1) a été représentée, car une telle plaque est avantageusement symétrique par rapport à un plan médian perpendiculaire à son axe longitudinal Δ . La plaque (1) comprend sur chaque face une zone de répartition (7) à chacune
30 de ses extrémités, chaque zone (7) comprenant par exemple des picots (8) ou petits points en relief, sur lesquels repose la membrane adjacente à cette face de la plaque. Les deux zones (7) de répartition d'une extrémité d'une plaque sont disposées dos-à-dos et séparées entre elles par une paroi mince (9) comme cela est représenté figure 3. Sur chaque
35 plaque telle que celle représentée figure 1, un bord longitudinal (5)

comprend deux rétrécissements (10) à proximité de chaque zone (7) de répartition vers chaque extrémité de plaque, comme cela est mieux représenté par la figure 2. D'autre part l'autre bord longitudinal (5) comprend, vers chaque zone (7) de répartition de chaque extrémité de la plaque (1) un canal interne (11) débouchant dans un trou (12) prévu dans la paroi mince (9) séparant les zones de répartition (7) disposées dos-à-dos ; ceci est mieux représenté figure 3.

Chaque plaque (1) telle que celle précédemment décrite comprend une membrane couvrant chacune de ses faces, ladite membrane étant retournée autour du bord longitudinal (5) ayant les rétrécissements (10). La membrane de chaque plaque forme ainsi un U dont le coude recouvre complètement le bord longitudinal (5) ayant des rétrécissements (10), tandis que les branches du U couvrent chaque face de la plaque considérée.

Chaque plaque (1) comprend des nervures (2) sur chacune de ses faces, la base des nervures (2) reposant sur le fond des cuvettes (3). Chaque nervure (2) de chaque face a un profil en zig-zag, comme représenté figure 1 ou figure 11. Avantagement chaque nervure (2) fait un angle α compris, en valeur absolue, entre 10 et 45 degrés par rapport à l'axe longitudinal (Δ) de la plaque. Comme cela est représenté figure 11, lorsque les nervures (2) d'une face font un angle α avec l'axe longitudinal Δ de la plaque, les nervures de l'autre face de la plaque considérée font avantagement un angle ($-\alpha$) avec le même axe longitudinal, et vice versa, les droites Δ' et Δ'' représentant des parallèles à l'axe longitudinal Δ représenté figure 1. Ainsi les nervures de chaque face sont parallèles entre elles et font un angle α ou $-\alpha$ par rapport à l'axe longitudinal Δ de la plaque.

Dans le mode de réalisation de la plaque représentée figures 1 et 11, nous trouvons des canaux transversaux (13) perpendiculaires à l'axe longitudinal Δ de la plaque, ces canaux (13) coupant les nervures sensiblement jusqu'au fond de chaque cuvette (3) et ayant pour but de favoriser la répartition et la distribution du sang circulant entre les membranes supportées sur toute la longueur des nervures (2). Ces canaux transversaux (13) sont avantageux, mais ne sont pas indispensables pour une plaque ayant des nervures selon la présente invention.

Les figures 5 et 6 représentent un mode de réalisation

préférentiel des nervures (2) des plaques de l'appareil selon la présente invention. Chaque nervure (2) de chaque face de la plaque (1) comprend sur une longueur L une zone (14), de longueur l, pour laquelle la hauteur H de la nervure est maximale par rapport au fond de la cuvette (3)

05 contenant ladite nervure (2), tandis que chaque nervure (2), de part et d'autre de cette zone (14) de hauteur maximale H, est de hauteur h constante, inférieure à H, la hauteur h étant mesurée par rapport au fond de la cuvette (3), le rapport l/L étant compris généralement entre 0,1 et 0,3 et de préférence entre 0,15 et 0,25. La longueur L est généralement

10 comprise entre 5 et 15 mm et, dans le cas de la plaque représentée figures 1 et 11, correspond à la longueur de chaque nervure (2) comprise entre deux canaux transversaux (13). La longueur L correspond à la distance entre deux zones de hauteur maximale H, sur une même nervure rectiligne d'angle α ou $-\alpha$. La section d'une nervure montre qu'elle a

15 avantageusement une section de forme trapézoïdale (voir figure 6), mais les arêtes supérieures (15 et 16) sont généralement arrondies pour éviter de traumatiser la membrane reposant sur ladite nervure. De même la zone (14) de hauteur maximale H se raccorde aux deux parties adjacentes de la nervure de hauteur h en faisant avantageusement un angle de 45 degrés et

20 les arêtes de la zone (14) sont avantageusement arrondies. En ce qui concerne la différence des hauteurs $H-h$ pour une nervure telle que celle représentée figure 6, elle est comprise entre 50 et 100 microns, la hauteur h étant elle-même comprise entre 0,2 et 0,6 mm. D'autre part dans la plaque telle que celle représentée figures 1 et 11, la hauteur des

25 bords latéraux (5) et transversaux (6) par rapport au fond de cuvette (3) correspond à la hauteur de la zone (14) de hauteur maximale H par rapport au fond de cuvette (3).

Ainsi dans un appareil ayant des plaques munies de nervures telles que celles décrites ci-avant, deux plaques (1) successives

30 viennent en contact, par l'intermédiaire des deux membranes disposées entre elles, dans les zones (14) de hauteur maximale H des nervures (2) se faisant face et se croisant entre elles. La figure 11 qui représente les nervures (2) d'une face d'une plaque et les nervures (2) de l'autre face de la même plaque, permet de se rendre compte de ceci, en admettant

35 maintenant que les nervures (2) dessinées en traits pleins représentent

les nervures d'une plaque et que les nervures en traits pointillés représentent les nervures de la face en regard de la plaque adjacente.

Dans un appareil muni de plaques (1) ayant des nervures (2) telles que celles précédemment décrites et représentées plus particulièrement figures 5, 6 et 11, le sang pénètre dans la zone (7) de répartition, entre les deux membranes de deux plaques successives, grâce aux rétrécissements (10), puis il suit entre chaque membrane un trajet correspondant globalement à l'axe longitudinal Δ de la plaque pour ressortir à l'autre extrémité des plaques grâce aux rétrécissements (10) situés dans l'autre zone (7) de répartition. Le liquide de dialyse pénètre dans une zone (7) de répartition de chaque plaque grâce à un canal interne (11), puis il circule au contact du fond des cuvettes (3) de chaque plaque, canalisé entre les nervures (2) et en suivant leur disposition en zig-zag, en ayant globalement un trajet correspondant à celui de l'axe longitudinal Δ de chaque plaque. Le liquide de dialyse arrive alors à l'autre zone (9) de répartition et sort par les canaux internes (11) des plaques. Le liquide de dialyse suit avantageusement un trajet à contre-courant de celui du sang.

A titre de résultats comparatifs, des membranes à hautes performances en ultrafiltration commercialisées sous l'appellation AM 69, obtenues à partir d'un collodion comprenant un copolymère d'acrylonitrile et de méthallylsulfonate de sodium (le pourcentage en poids étant respectivement de 91 et de 9 %), ont été montées sur deux appareils. L'un des appareils correspondait exactement à l'appareil ayant des plaques (1) et des nervures (2) telles que celles représentées figures 1, 2, 3, 4 et 11. Dans cet appareil la valeur absolue de l'angle α des nervures (2) avec l'axe longitudinal Δ de la plaque était de 15 degrés, les nervures (2) de chaque face étaient disposées en zig-zag et la longueur L correspondait à 9,25 mm, tandis que l correspondait à 2 mm. La hauteur H de la zone (14) était de 0,5 mm et la différence H-h était de 80 microns. La surface de chaque face d'une plaque ayant des nervures était de 6,65 cm x 26,1 cm, le pas des nervures étant de 2,5 mm et la largeur des nervures dans leur zone (14) de hauteur maximale H était de 0,2 mm, l'angle des faces latérales des nervures (2) avec une droite perpendiculaire au fond des cuvettes étant de 30 degrés. Le deuxième

appareil présentait toutes les particularités et dimensions du premier appareil, sauf en ce qui concerne les nervures de chaque face des plaques qui étaient toutes de hauteur rigoureusement constante et égale à 0,5 mm par rapport au fond de la cuvette. En utilisant les deux appareils, 05 chacun d'eux ayant la même surface de membrane ($\approx 1 \text{ m}^2$), dans les mêmes conditions, c'est-à-dire une circulation du sang de 200 ml/mm et du liquide de dialyse à 500 ml/mm, avec l'appareil ayant les nervures présentant une zone (14) de hauteur maximale H il a été possible de limiter le débit d'ultrafiltration à 200 ml/h/m^2 tandis qu'avec le 10 deuxième appareil ayant des nervures de hauteur rigoureusement constante sur toute leur longueur, le débit d'ultrafiltration minimum a été supérieur à 1 l/h/m^2 , les deux appareils ayant subi une force de serrage égale de l'empilement. Quant aux performances dialytiques elles ont été du même ordre pour les deux appareils.

15 Les figures 7 et 8 représentent un autre mode de réalisation des nervures (2) selon la présente invention. Ces nervures (2), de même que celles des figures 5 et 6 précédemment décrites font un angle α ou $-\alpha$ avec l'axe longitudinal Δ d'une plaque et comprennent une zone (14) de hauteur maximale H et de longueur l. Ces nervures (2) selon les figures 7 20 et 8 se distinguent de celles selon les figures 5 et 6 par le fait qu'elles comprennent de part et d'autre de la zone (14), sur une longueur L de nervure considérée, deux zones (17 et 18) de hauteur décroissante, ces zones (17 et 18) étant avantageusement réparties de façon symétrique par rapport à la zone (14). Le rapport l/L est compris généralement entre 25 0,1 et 0,3 et de préférence entre 0,15 et 0,25. La longueur L est généralement comprise entre 5 et 15 mm et correspond à la longueur d'une nervure (2) comprise entre deux canaux transversaux (13) dans le cas de la plaque selon les figures 1 ou 11. La section d'une nervure représentée figure 8 montre qu'elle a avantageusement une forme trapézoïdale, mais 30 les arêtes (15 et 16) sont généralement arrondies pour éviter de traumatiser la membrane reposant sur ladite nervure. En ce qui concerne la différence des hauteurs H-h, elle est avantageusement comprise entre 50 et 200 microns, la hauteur h étant elle-même comprise entre 0,3 et 0,6 mm et représentant la hauteur minimale de la nervure sur la 35 longueur L considérée. Les figures 1, 2, 3, 4 et 11 peuvent être

considérées comme représentant une plaque (1) munie de nervures telles que celles décrites ci-avant en se référant aux figures 7 et 8. Ainsi les nervures qui se croisent des faces en regard de deux plaques successives sont en contact, par l'intermédiaire des membranes, selon les zones (14) 05 de hauteur maximale H et de longueur l.

Comme cela a déjà été mentionné lors de la description de la plaque selon les figures 1, 2, 3, 4 et 11 munie de nervures selon les figures 5 et 6 ou 7 et 8, il n'est pas impératif, mais seulement 10 avantageux, que les nervures soient intersectées par des canaux transversaux (13) perpendiculaires à l'axe longitudinal Δ de la plaque. Dans la plaque représentée figures 1 et 11 chaque nervure, sur sensiblement toute sa longueur comprise entre les deux zones (7) de répartition, est coupée par quatre canaux transversaux (13) lorsqu'elle fait un angle α avec l'axe longitudinal Δ de la plaque, et elle est 15 également coupée par quatre canaux (13) transversaux lorsqu'elle fait un angle $-\alpha$ avec le même axe Δ . Cependant chaque nervure d'angle α peut être comprise entre seulement deux canaux transversaux (13) et suivie immédiatement par une nervure d'angle $-\alpha$, elle-même comprise seulement entre deux canaux transversaux (13). Les figures 9 et 10 montrent des 20 nervures non intersectées par des canaux transversaux, les lignes (19), perpendiculaires à l'axe longitudinal Δ de la plaque, représentant les endroits où les nervures des faces opposées de deux plaques successives sont en contact. Dans la figure 9 les nervures continues sont d'angle α (par rapport à Δ) sur une longueur L, puis d'angle $-\alpha$ sur une longueur 25 L également. Dans la figure 10 les nervures continues font un angle α sur sensiblement trois fois la longueur L, puis font un angle $-\alpha$ sur trois fois la même longueur L.

De nombreuses variantes de réalisation de l'appareil selon la présente invention sont à la portée du technicien. Ainsi il est, par 30 exemple, possible qu'entre deux plaques successives la face d'une plaque ait des nervures selon la figure 6, tandis que la face de l'autre plaque en regard a des nervures selon la figure 8. Il est également possible que dans l'appareil selon la présente invention, entre deux plaques consécutives, les faces en regard soient en contact (par l'intermédiaire 35 des membranes) dans les lignes de contact (19), par une zone (14) de

hauteur maximale H et de longueur l prévue seulement sur une des nervures, cette dernière nervure ayant alors la forme de celle représentée figure 6 ou de celle représentée figure 8. Ce dernier mode de réalisation des nervures entre les faces en regard de deux plaques
05 successives entraîne de nombreuses variantes, dont notamment celles décrites ci-après :

- un appareil dans lequel entre deux plaques successives les faces en regard sont en contact dans les lignes de contact (19) par des zones (14) de hauteur maximale H prévues seulement sur les nervures
10 de l'une des deux faces,

- un appareil dans lequel entre deux plaques successives les faces en regard sont en contact selon les lignes de contact (19), par des zones (14) de hauteur maximale H prévues sur les nervures de l'une des faces pour la ligne de contact (19), puis sur les nervures de l'autre
15 face pour la ligne (19) suivante de contact et ainsi de suite,

- un appareil dans lequel entre deux plaques successives les faces en regard sont en contact dans chaque ligne (19) de contact considérée, par une zone (14) de hauteur maximale H prévue sur la nervure d'une face, puis par une zone (14) de hauteur maximale H prévue sur la
20 nervure de l'autre face pour le point de contact suivant de la même ligne (19) considérée, et ainsi de suite, en alternance, sur chaque ligne (19).

Ainsi on ne sort pas de l'appareil selon la présente invention à partir du moment où entre deux plaques successives les nervures des faces en regard se croisent et entrent en contact (par l'intermédiaire des
25 membranes) par au moins une zone (14), de hauteur maximale H et de longueur l, prévue sur au moins une des nervures de l'une desdites faces. Généralement le rapport l/L est compris entre 0,1 et 0,3 et de préférence entre 0,15 et 0,25, L représentant soit la longueur totale d'une nervure d'angle α en valeur absolue, soit la distance entre deux points de
30 contact des nervures sur une même nervure rectiligne. La longueur L est généralement comprise entre 5 et 15 mm.

Il est à noter d'autre part que dans un appareil selon la présente invention les nervures des faces en regard de deux plaques consécutives se croisent, mais qu'éventuellement les nervures d'une face
35 peuvent ne pas faire le même angle (en valeur absolue), par rapport à

l'axe longitudinal Δ des plaques, que les nervures de la face en regard de la plaque adjacente, aux points de contact considérés. De même les points de contact entre les nervures de deux plaques consécutives ne sont pas obligatoirement sur des droites (19) perpendiculaires à l'axe

05 longitudinal Δ des plaques.

Bien que l'appareil selon la présente invention ait été décrit jusqu'ici de façon préférentielle en ayant qu'un seul type de plaque dont les nervures de chaque face sont positionnées de façon telle qu'elles se croisent lorsque ces plaques sont empilées, il est bien sur possible de
10 prévoir deux types différents de plaques pour arriver au même résultat.

En ce qui concerne l'utilisation de l'appareil selon la présente invention, son mode de réalisation des nervures permet en plus de l'application à l'hémodialyse, l'application notamment en tant que rein à hémofiltration ou en tant qu'appareil de plasmaphérèse.

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

1°) - Appareil utilisable notamment comme rein artificiel, comprenant un empilement de plaques ayant chacune sur chacune de leurs
05 deux faces principales une cuvette comprenant des nervures, les nervures d'une face d'une plaque se croisant avec les nervures de la face adjacente, ledit empilement comprenant deux membranes entre les faces en regard de deux plaques successives, caractérisé en ce que les nervures (2) des faces en regard de deux plaques (1) successives sont en contact,
10 par l'intermédiaire des membranes, grâce à des zones (14) de hauteur maximale H et de longueur l prévues sur les nervures (2) d'au moins une desdites faces.

2°) - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les nervures de chaque cuvette (3) des faces en regard de deux plaques
15 consécutives sont disposées en zig-zag en faisant un angle α , en valeur absolue, par rapport à l'axe longitudinal Δ des plaques, cet angle α étant généralement compris entre 10 et 45 degrés.

3°) - Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que le rapport l/L est compris entre 0,1 et 0,3, L représentant soit la
20 longueur d'une nervure n'ayant qu'une seule zone (14) sur sa longueur faisant un angle α ou $-\alpha$ avec l'axe longitudinal Δ de la plaque, soit la distance entre deux zones (14) de hauteur maximale H, mesurée sur une nervure rectiligne entre ces deux zones (14) lorsque les nervures de deux faces en regard sont en contact par plus d'une zone (14) sur une longueur
25 rectiligne de nervure faisant un angle α ou $-\alpha$ avec l'axe longitudinal de la plaque.

4°) - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les nervures (2) des cuvettes (3) des faces en regard de deux plaques successives comprennent sur chaque
30 longueur L de nervure considérée une zone (14) de longueur l et de hauteur maximale H par rapport au fond de la cuvette les contenant, les nervures des faces en regard de deux plaques consécutives étant en contact par l'intermédiaire des membranes dans les zones (14) de longueur l de chacune d'elles, le rapport l/L étant compris entre 0,1 et 0,3.

35 5°) - Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que

les nervures des cuvettes (3) des faces en regard de deux plaques successives sont de hauteur constante h et comprennent sur chaque longueur L de nervure considérée une zone (14) de longueur l et de hauteur maximale H par rapport au fond de la cuvette (3) les contenant.

05 6°) - Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que pour chaque nervure des faces en regard de deux plaques successives la différence $H-h$ est comprise entre 50 et 100 microns et en ce que L est compris entre 5 et 15 mm.

10 7°) - Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que les nervures comprennent une zone (14) de longueur l et de hauteur maximale H et comprennent de part et d'autre de cette zone (14), sur une longueur L de nervure considérée, deux zones (17 et 18) de hauteur décroissante à partir de cette zone (14) de hauteur maximale.

15 8°) - Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que la différence $H-h$ est comprise entre 50 et 200 microns, h représentant la hauteur minimale de la nervure par rapport au fond de cuvette la contenant, pour la longueur L de nervure considérée, L étant compris entre 5 et 15 mm.

20 9°) - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les nervures des faces en regard de deux plaques successives sont coupées par des canaux (13) perpendiculaires à l'axe longitudinal Δ de la plaque considérée, lesdits canaux étant espacés l'un de l'autre de façon telle qu'ils permettent d'obtenir des portions de nervures de longueur L , la zone (14) de
25 longueur l et de hauteur maximale H étant au milieu de chaque portion de nervure de longueur L .

10°) - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il résulte de l'empilement d'un seul type de plaques ayant des nervures sur chacune de leurs faces.

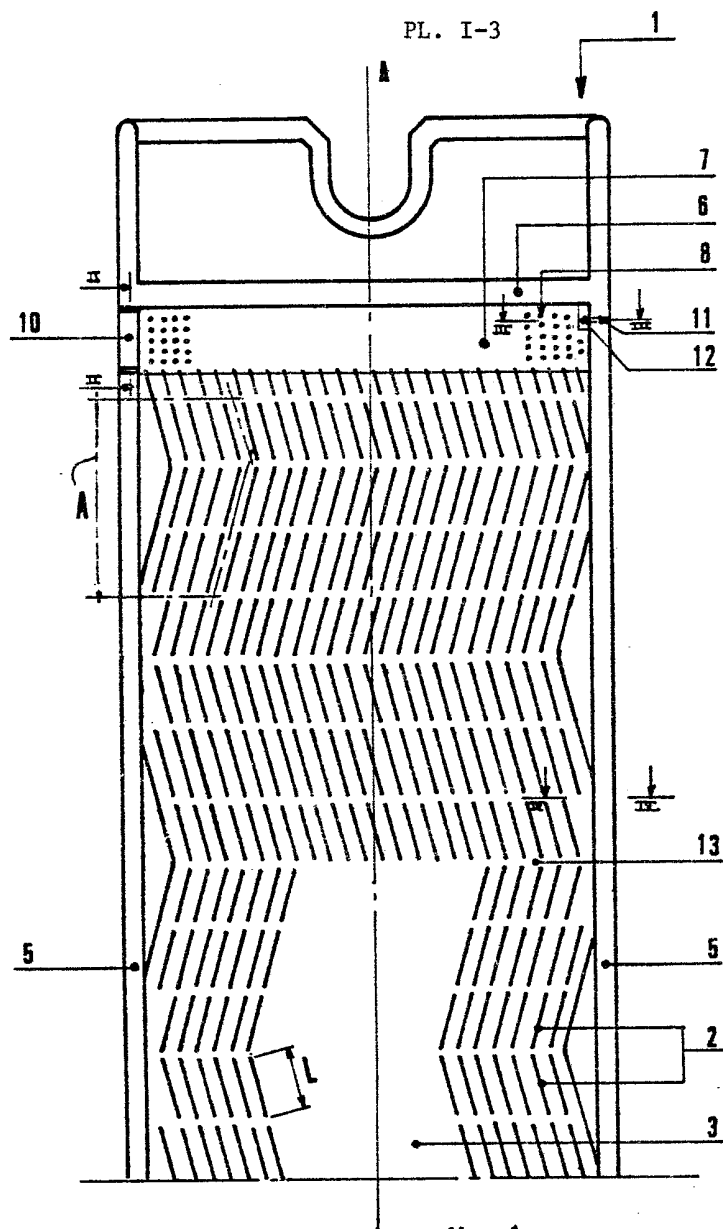


fig 1

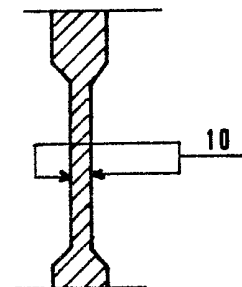


fig 2

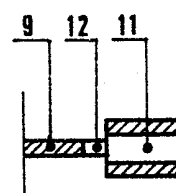


fig 3

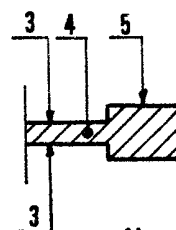


fig 4

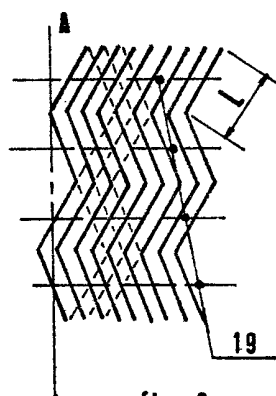


fig 9

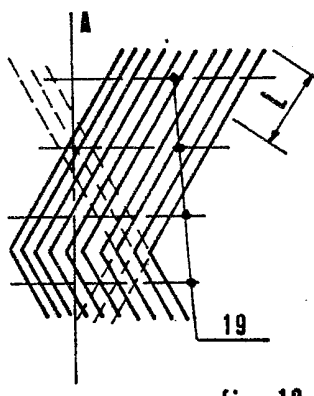


fig 10

PL. II-3

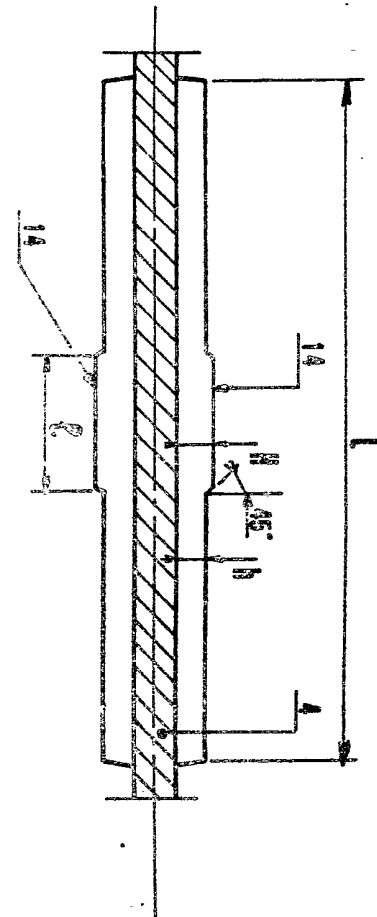


fig 5

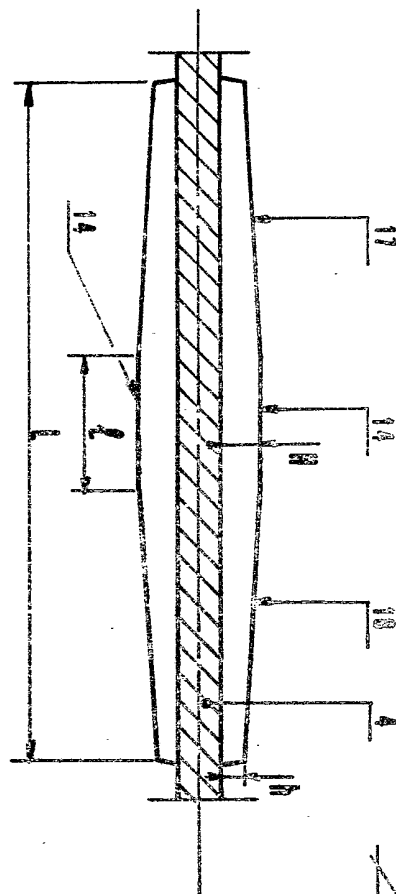


fig 7

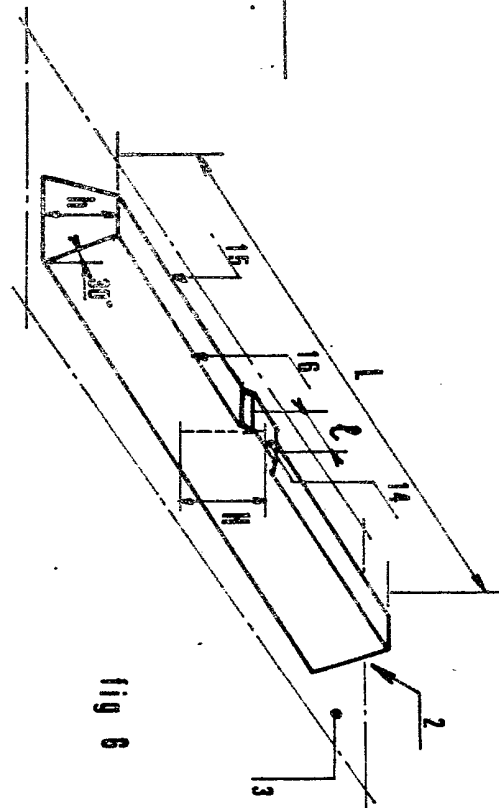


fig 6

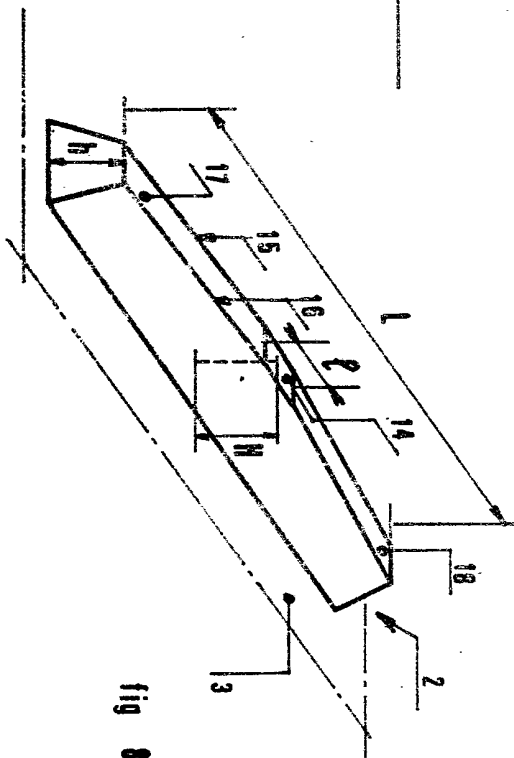


fig 8

PL. III-3

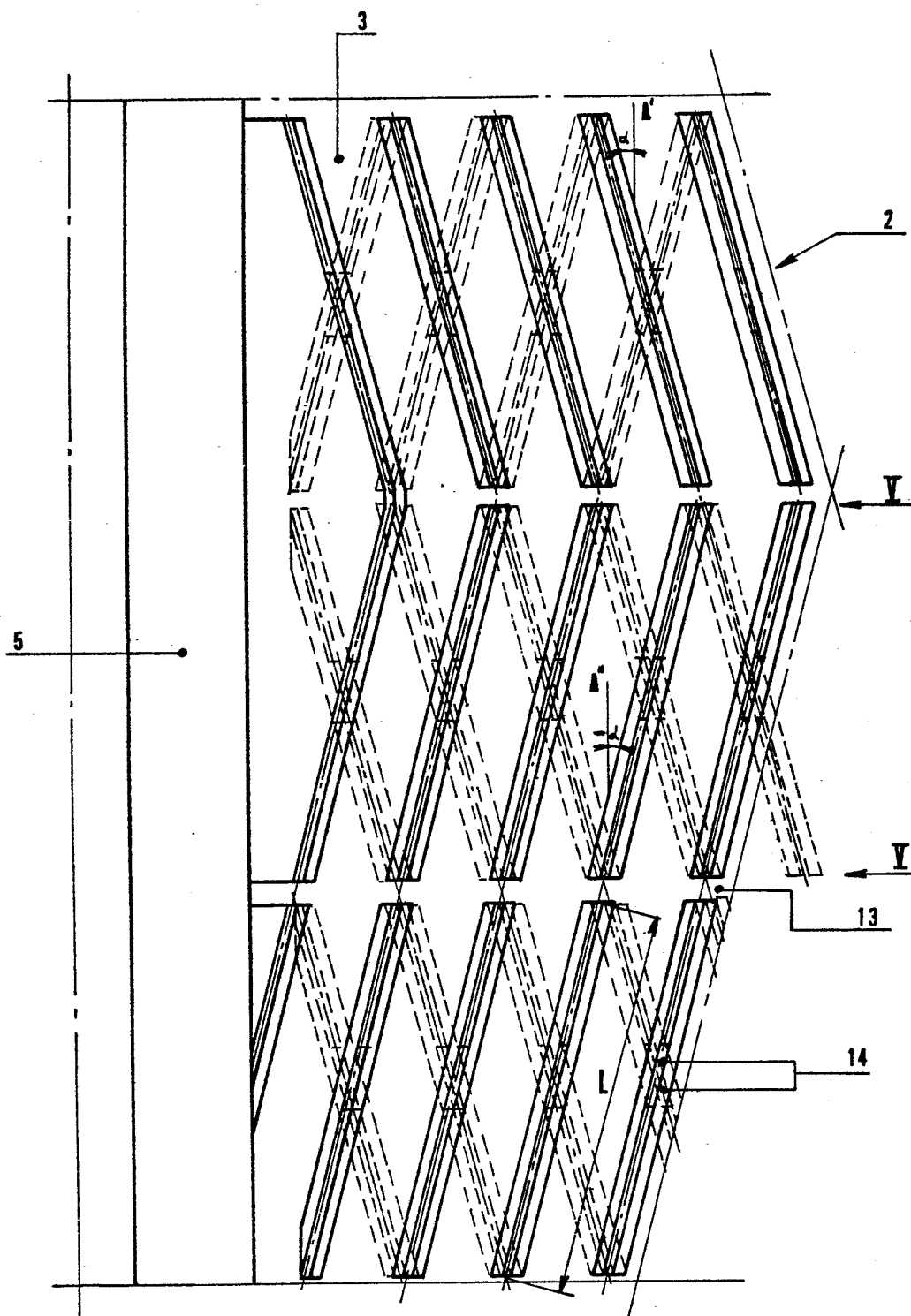


fig 11