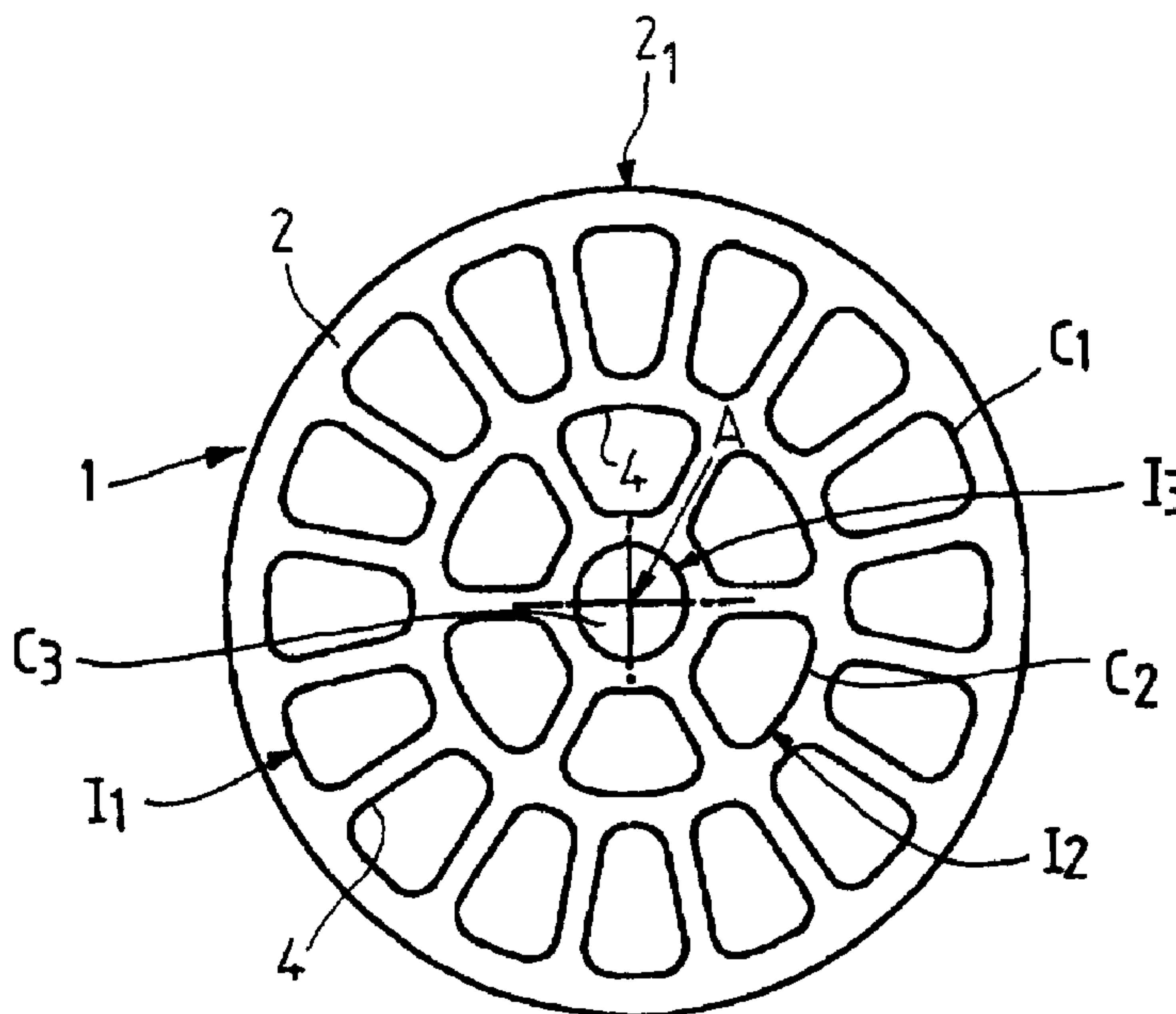




(22) Date de dépôt/Filing Date: 1996/12/04
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1997/06/06
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2005/07/26
 (30) Priorité/Priority: 1995/12/05 (95 14 517) FR

(51) Cl.Int.⁶/Int.Cl.⁶ B01D 71/02
 (72) Inventeurs/Inventors:
 GRANGEON, ANDRE, FR;
 LESCOCHE, PHILIPPE, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
 T.A.M.I. INDUSTRIES, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : ELEMENT TUBULAIRE INORGANIQUE DE FILTRATION COMPORTANT DES CANAUX DE SECTION NON CIRCULAIRE PRESENTANT DES PROFILS OPTIMISES
 (54) Title: FILTRATION TUBULAR INORGANIC ELEMENT WITH NON CIRCULAR OPTIMAL PROFILE CANAL SECTIONS



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un élément inorganique de filtration comportant: - un support poreux rigide inorganique (2), - des canaux (C₁, C₂, ...) pouvant être classés dans n catégories (I₁, I₂, ...), avec n ≥ 2, dans chacune desquelles tous les canaux présentent une section droite transversale identique, un diamètre hydraulique identique et un diamètre équivalent identique, la forme des sections droites transversales des canaux étant différente entre les catégories. Selon l'invention, les canaux (C₁, C₂, ...) des différentes catégories présentent: - des diamètres hydrauliques, tels que les rapports entre deux quelconques diamètres hydrauliques soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3, - des sections droites transversales, telles que les rapports entre deux quelconques sections droites transversales soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3, - et des diamètres équivalents, tels que le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique pour chaque canal soit inférieur ou égal à 2.

ELEMENT TUBULAIRE INORGANIQUE DE FILTRATION COMPORTANT DES CANAUX DE SECTION NON CIRCULAIRE PRESENTANT DES PROFILS OPTIMISES

ABREGE :

L'invention concerne un élément inorganique de filtration comportant :

- un support poreux rigide inorganique (2),
- des canaux (C_1, C_2, \dots) pouvant être classés dans n catégories (I_1, I_2, \dots), avec $n \geq 2$, dans chacune desquelles tous les canaux présentent une section droite transversale identique, un diamètre hydraulique identique et un diamètre équivalent identique, la forme des sections droites transversales des canaux étant différente entre les catégories.

Selon l'invention, les canaux (C_1, C_2, \dots) des différentes catégories présentent :

- des diamètres hydrauliques, tels que les rapports entre deux quelconques diamètres hydrauliques soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3,
- des sections droites transversales, telles que les rapports entre deux quelconques sections droites transversales soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3,
- et des diamètres équivalents, tels que le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique pour chaque canal soit inférieur ou égal à 2.

(Figure à publier : **FIG. 1**)

**ELEMENT TUBULAIRE INORGANIQUE DE FILTRATION COMPORTANT DES
CANAUX DE SECTION NON CIRCULAIRE PRESENTANT DES PROFILS
OPTIMISES**

La présente invention concerne le domaine technique de la séparation moléculaire ou particulaire mettant en oeuvre des éléments de séparation appelés généralement membranes et constitués à partir de matériaux inorganiques.

L'objet de l'invention vise, plus précisément, la réalisation d'un élément
5 inorganique de filtration de forme générale tubulaire permettant de concentrer, trier ou extraire des espèces moléculaires ou particulaires contenues dans un milieu fluide qui exerce une pression donnée sur la membrane.

L'objet de l'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine de la nanofiltration, l'ultrafiltration, la microfiltration, la filtration
10 ou l'osmose inverse.

Dans l'état de la technique, il est connu de nombreuses membranes réalisées à partir d'éléments tubulaires de filtration. Ainsi, il est connu un élément de filtration de type multicanal comportant un support poreux rigide de forme allongée présentant une section droite polygonale ou circulaire. Le support poreux,
15 qui est par exemple réalisé en céramique, est aménagé pour comporter une série de canaux parallèles entre-eux et à l'axe longitudinal du support poreux, présentant chacun une section droite transversale circulaire. La surface des canaux est recouverte d'au moins une couche séparatrice dont la nature et la morphologie sont adaptées pour assurer la séparation des molécules ou des particules contenues dans
20 le milieu liquide circulant à l'intérieur des canaux. Une telle membrane réalise, par effet tamis, une séparation des espèces moléculaires ou particulaires du produit à traiter, dans la mesure où toutes les molécules ou particules supérieures au diamètre des pores de la membrane sont arrêtées. Durant la séparation, le transfert du fluide s'effectue à travers la ou les couches séparatrices, puis le fluide se répand dans la
25 porosité du support pour se diriger vers la surface extérieure du support poreux.

Un inconvénient majeur de ces éléments de filtration multicanaux réside dans le faible débit du filtrat obtenu. En effet, le trajet que doit suivre le filtrat, avant d'atteindre la surface extérieure du support, pour ce qui concerne les canaux situés dans la partie centrale du support, est beaucoup plus long que celui des autres
30 canaux, notamment périphériques. De plus, les filtrats provenant des canaux de la région centrale du support récupèrent les filtrats provenant des autres canaux. Pour

ces raisons, il apparaît une perte de charge pour le transfert du filtrat vers la surface extérieure du support. Cette perte de charge s'oppose à la pression du transfert et réduit la vitesse de passage.

Pour tenter de remédier à cet inconvénient, la demande de brevet
5 WO 93/07 959 a proposé un élément tubulaire de filtration dont les canaux présentent chacun une section droite transversale non circulaire. Selon un premier mode de réalisation, l'élément de filtration comporte un support poreux inorganique dans lequel les canaux sont ménagés parallèlement à l'axe central du support en étant
10 disposés sensiblement selon un cercle coaxial à l'axe central. Chaque canal comporte, selon une section droite transversale, une paroi périphérique dirigée vers la surface extérieure du support en délimitant avec cette dernière, un couloir d'épaisseur constante assurant l'acheminement du filtrat. Chaque paroi périphérique est prolongée, de part et d'autre, par des parois radiales raccordées entre elles et délimitant chacune une cloison avec la paroi radiale en vis-à-vis d'un canal voisin.
15 Le profil des canaux est choisi de manière à laisser subsister des cloisons s'évasant en forme de coin vers l'extérieur du substrat. Selon un deuxième mode de réalisation, les axes des canaux sont situés soit sur plusieurs cercles coaxiaux à l'axe du support, soit selon des couches parallèles les unes aux autres et à l'axe du support poreux. Selon ce deuxième mode de réalisation, les canaux voisins entre deux
20 couches laissent subsister une cloison s'évasant également vers l'extérieur du substrat. Il s'avère ainsi que la forme en coin des cloisons délimitées entre les parois radiales favorisent le transfert du perméat vers la surface extérieure du support.

Il apparaît aussi qu'un tel élément permet, par la réalisation de canaux de section non circulaire, d'augmenter le rapport de la surface de filtration par
25 rapport au volume du support poreux utilisé. Il doit, toutefois, être constaté qu'un tel élément présente une difficulté majeure de mise en oeuvre. En effet, pour occuper au mieux la section du support poreux afin d'accroître la surface de filtration, la demande de brevet ci-dessus décrit, dans sa **fig. 3**, une variante de réalisation dans laquelle les canaux peuvent être classés en trois catégories différentes. Les canaux
30 de la première catégorie ont leurs axes situés sur un cercle coaxial à l'axe central du support. Tous ces canaux présente, d'une part, une section droite transversale

identique pouvant être qualifiée de pentagonale et, d'autre part, un diamètre hydraulique identique. Il est rappelé qu'en raison de la forme non circulaire des canaux, le diamètre de chaque canal est défini par le diamètre hydraulique Φ_h , tel que $\Phi_h = 4.S/P$, avec S , la section du canal et P , le périmètre de ce canal. Les canaux de la deuxième catégorie ont leurs axes situés sur un cercle coaxial à l'axe central du support mais situé à l'intérieur du cercle sur lequel sont situés les axes des canaux de la première catégorie. Tous les canaux de la deuxième catégorie présentent, d'une part, une section droite transversale identique pouvant être qualifiée de triangulaire et, d'autre part, un diamètre hydraulique identique. Une troisième catégorie comporte un canal de section circulaire centré sur l'axe central du support poreux.

Un examen de ce type d'élément conduit à constater que les sections droites transversales des canaux sont différentes pour les trois catégories de canaux. Il s'ensuit que la vitesse de circulation du fluide dans les canaux des trois catégories est différente, puisque cette vitesse est égale au flux circulant dans le canal divisé par la section droite transversale de ce canal. La vitesse de circulation est l'un des paramètres qui participe à la valeur de la contrainte de cisaillement, cette contrainte étant créée à la paroi de l'élément en raison du fonctionnement de l'élément de filtration en régime tangentiel. Ce principe de fonctionnement favorise le décolmatage de la surface de l'élément de filtration, par cette contrainte de cisaillement qui élimine les matières déposées. Dans l'élément de filtration susdécrit, le décolmatage tangentiel n'est pas homogène pour tous les canaux, en raison des vitesses de circulation différentes, ce qui conduit à un dysfonctionnement de l'élément de filtration.

Par ailleurs, le souci d'optimiser le rapport de la surface de filtration par rapport au volume du support poreux utilisé, conduit à la réalisation d'un élément de filtration tel que décrit ci-dessus, dont les canaux présentent des diamètres hydrauliques de valeurs différentes. Dans certaines applications, pour lesquelles le fluide à traiter possède un caractère hétérogène, il peut être constaté un bouchage des canaux présentant un trop faible diamètre hydraulique.

Si la réalisation d'un élément de filtration comportant des canaux de

section non circulaire présente un avantage indéniable en ce qui concerne l'augmentation de la surface de filtration par rapport au volume du support poreux utilisé, il doit être constaté que subsiste un problème pour définir les dimensions et la forme des canaux en vue d'éviter un décolmatage inhomogène entre les canaux et une obturation de certains des canaux par le fluide à traiter.

Il apparaît donc le besoin de définir les caractéristiques d'un élément de filtration qui soit conçu pour optimiser le rapport de la surface filtrante sur le volume de support poreux utilisé tout en permettant d'obtenir un décolmatage homogène dans tous les canaux et une absence d'obstruction des canaux par le fluide à traiter.

L'objet de l'invention vise justement à proposer un élément inorganique visant à satisfaire le besoin exprimé ci-dessus.

Pour atteindre cet objectif, l'élément inorganique de filtration d'un milieu fluide, en vue de récupérer un filtrat, comporte :

- un support poreux rigide inorganique de forme cylindrique présentant un axe central longitudinal,
- des canaux ménagés sur le support parallèlement à son axe central et présentant une surface recouverte par au moins une couche séparatrice destinée à être en contact avec le milieu fluide, ces canaux pouvant être classés dans n catégories, avec $n \geq 2$, dans chacune desquelles tous les canaux présentent une section droite transversale identique, un diamètre hydraulique identique et un diamètre équivalent identique, la forme des sections droites transversales des canaux étant différente entre les catégories.

Selon l'invention, les canaux des différentes catégories présentent :

- des diamètres hydrauliques, tels que les rapports entre deux quelconques diamètres hydrauliques soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3,
- des sections droites transversales, telles que les rapports entre deux quelconques sections droites transversales soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3,
- et des diamètres équivalents, tels que le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique pour chaque canal soit inférieur ou égal à 2.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-

dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation et de mise en oeuvre de l'objet de l'invention.

La **fig. 1** est une vue en coupe transversale d'un exemple de réalisation d'un élément de filtration.

5 La **fig. 2** est une vue en coupe transversale d'un autre exemple de réalisation d'un élément de filtration.

Tel que cela ressort de la **fig. 1**, l'élément inorganique de filtration **1** conforme à l'invention est adapté pour assurer la séparation ou la filtration de molécules ou de particules contenues dans un milieu fluide, de préférence liquide,
10 de nature diverse comportant une phase solide ou non. L'élément de filtration **1** comporte un support poreux rigide inorganique **2** constitué dans une matière dont la résistance au transfert est adaptée à la séparation à effectuer. Le support **2** est réalisé à partir de matériaux inorganiques, tels que des oxydes métalliques, du carbone ou des métaux. Le support **2** est réalisé généralement sous une forme allongée ou d'un
15 conduit s'étendant selon un axe central longitudinal **A**. Le support poreux **2** possède un diamètre moyen équivalent des pores compris entre 2 et 12 μm et, de préférence, de l'ordre de 5 μm . Le support **2** possède une section droite transversale hexagonale ou, comme dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, circulaire. Le support **2** offre ainsi une surface extérieure **2₁** cylindrique.

20 Le support **2** est aménagé pour comporter une première catégorie **I₁** de canaux **C₁** réalisés parallèlement à l'axe **A** du support. Les canaux **C₁** présentent chacun une surface **4** recouverte par au moins une couche séparatrice non représentée, destinée à être en contact avec le milieu fluide à traiter circulant à l'intérieur des canaux **C₁**. La nature de la ou des couches séparatrices est choisie en
25 fonction du pouvoir de séparation ou de filtration à obtenir et forme avec le support une liaison intime, de façon que la pression provenant du milieu liquide soit transmise au support poreux **2**. Cette ou ces couches peuvent être déposées à partir par exemple de suspensions contenant au moins un oxyde métallique et classiquement utilisé dans la production des éléments de filtration minéraux. Cette ou ces couches
30 sont soumises, après séchage, à une opération de frittage qui permet de les consolider et de les lier entre-elles ainsi qu'au support poreux **2**.

Tous les canaux C_1 présentent une section droite transversale possédant une surface ou une aire S_1 de même valeur. Il s'ensuit que tous les canaux C_1 présentent un diamètre équivalent Φe_1 de même valeur, dans la mesure où $\Phi e_1 = (S_1 \cdot 4/\pi)^{1/2}$. De préférence, tous les canaux C_1 présentent un profil ou une
 5 forme identique. De plus, tous les canaux C_1 possèdent un diamètre hydraulique Φh_1 identique. Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, la première catégorie I_1 comporte seize canaux C_1 , dits périphériques, dont leurs centres sont situés sur un cercle coaxial à l'axe central **A**. Tous les canaux C_1 présentent une section droite transversale de forme générale en quadrilatère.

10 Conformément à l'invention, l'élément de filtration **1** comporte au moins une deuxième catégorie I_2 de canaux C_2 présentant chacun également une surface 4 recouverte par au moins une couche séparatrice comme expliqué ci-dessus. Tous les canaux C_2 présentent une section droite transversale possédant une surface ou une aire S_2 de même valeur. Les canaux C_2 possèdent une même valeur pour le
 15 diamètre équivalent Φe_2 . De préférence, tous les canaux C_2 présentent un profil ou une forme identique. Toutefois, la forme de la section droite transversale des canaux C_2 de la deuxième catégorie I_2 est différente de la forme ou du profil de la section droite transversale des canaux C_1 de la première catégorie I_1 . De plus, tous les canaux C_2 possèdent un diamètre hydraulique Φh_2 identique.

20 Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, la deuxième catégorie I_2 comporte six canaux C_2 , dits internes, dont leurs centres sont situés sur un cercle coaxial à l'axe central **A**, ce cercle coaxial présentant un diamètre inférieur par rapport au cercle coaxial sur lequel sont situés les centres des canaux C_1 . Dans cet exemple illustré, tous les canaux C_2 présentent une section droite transversale de forme générale en
 25 trapèze.

Conformément à l'invention, les canaux C_1 de la première catégorie I_1 présentent une section droite transversale dont la valeur S_1 est sensiblement identique à la valeur S_2 de la section droite transversale des canaux de la deuxième catégorie I_2 . Les valeurs S_1 et S_2 sont considérées comme sensiblement identiques
 30 si le rapport S_1 / S_2 (ou S_2 / S_1) est compris dans l'intervalle 0,75-1,3 et, de préférence, dans l'intervalle 0,95-1,05. Ainsi, dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, tous les canaux C_1 présentent une section droite transversale de valeur $S_1 = 12 \text{ mm}^2$,

tandis que tous les canaux C_2 présentent une section droite transversale de valeur $S_2 = 10 \text{ mm}^2$. Le rapport $S_1 / S_2 = 1,2$ ou $S_2 / S_1 = 0,83$ est bien compris dans l'intervalle donné ci-dessus.

5 Dans la mesure où toutes les sections des canaux C_1 et C_2 de l'élément présentent des valeurs S_1 , S_2 sensiblement identiques, la vitesse de circulation du fluide à l'intérieur de ces canaux est la même, de sorte qu'il peut être obtenu une homogénéité du décolmatage tangentiel quel que soit le canal pris dans l'élément de filtration.

10 Conformément à l'invention, la valeur du diamètre hydraulique Φh_1 des canaux C_1 de la première catégorie I_1 est sensiblement identique à la valeur du diamètre hydraulique Φh_2 des canaux C_2 de la seconde catégorie I_2 . Les valeurs Φh_1 et Φh_2 sont considérées comme sensiblement identiques si le rapport $\Phi h_1 / \Phi h_2$ (ou $\Phi h_2 / \Phi h_1$) est compris dans l'intervalle 0,75-1,3 et, de préférence, dans l'intervalle 0,95-1,05. Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, le diamètre hydraulique
15 $\Phi h_1 = 3,5 \text{ mm}$, tandis que le diamètre hydraulique $\Phi h_2 = 3,5 \text{ mm}$.

Dans la mesure où tous les canaux C_1 , C_2 présentent un diamètre hydraulique sensiblement identique, il peut être prévu de réaliser des canaux adaptés avec un diamètre hydraulique donné pour permettre la filtration d'un fluide hétérogène, même visqueux et contenant des particules en suspension, sans toutefois
20 boucher les canaux.

Conformément à une autre caractéristique de l'invention, les canaux C_1 , C_2 présentent une caractéristique supplémentaire pour éviter un bouchage des canaux lors de la filtration d'un fluide présentant un caractère hétérogène, c'est-à-dire contenant des particules en suspension. En effet, il peut être imaginé un élément de
25 filtration possédant, par exemple, une première série de canaux de section droite transversale circulaire et une deuxième série de canaux de section rectangulaire dont une dimension est beaucoup plus petite que l'autre dimension. Si ces deux séries de canaux peuvent être déterminées pour respecter les conditions de diamètres hydrauliques et de sections sensiblement identiques, comme définies précédemment,
30 il apparaît que les canaux de la deuxième série, qui définissent une circulation du fluide sous la forme d'une lame liquide, sont susceptibles d'être bouchés plus

facilement que les canaux de l'autre série.

Aussi, pour éviter une obturation des canaux, le diamètre équivalent des canaux est tel que le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique pour chaque canal, soit inférieur ou égal à 2. Ainsi, les rapports $\Phi e_1 / \Phi h_1$ pour les canaux C_1 de la première catégorie et $\Phi e_2 / \Phi h_2$ pour les canaux C_2 de la deuxième catégorie, doivent être inférieurs ou égaux à 2. En effet, le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique définit l'écart par rapport à la circularité des canaux. Si ce rapport est de 1, le canal est circulaire. Plus ce rapport s'écarte de la valeur 1, plus la forme du canal s'éloigne d'un cercle. Ainsi, lorsque ce rapport est élevé, soit la forme du canal possède une dimension très grande devant l'autre dimension (cas d'une lame liquide), soit la forme du canal possède \underline{n} côtés (avec $\underline{n} > 4$ ou 5, cas du canal en étoile). Quelle que soit la forme des canaux, l'évacuation du filtrat à travers la porosité du support **2** est freinée par l'existence d'un rapport élevé du diamètre équivalent sur le diamètre hydraulique, car le trajet du filtrat vers la surface extérieure **2₁** de l'élément est nécessairement allongé. Il a été constaté que si le rapport du diamètre équivalent sur le diamètre hydraulique est supérieur à 2, l'écoulement du filtrat est réduit, ce qui provoque une baisse de perméabilité.

Aussi, le respect de cette caractéristique dite de circularité, permet d'éviter le bouchage des canaux quelle que soit leur forme, tout en ne réduisant pas le débit du filtrat. Dans l'exemple illustré, les rapports dits de circularité pour les première et deuxième catégories de canaux C_1 , C_2 sont respectivement égaux à 1,11 ($\Phi e_1 / \Phi h_1$) et à 1,02 ($\Phi e_2 / \Phi h_2$), avec $\Phi e_1 = 3,9$ mm et $\Phi e_2 = 3,56$ mm.

Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, l'élément de filtration **1** selon l'invention comporte une troisième catégorie **I₃** de canaux C_3 présentant chacun une surface recouverte par au moins une couche séparatrice. Les canaux C_3 de cette troisième catégorie présentent une section droite transversale S_3 de valeur identique. Les canaux C_3 possèdent une même valeur pour le diamètre équivalent Φe_3 . Tous les canaux C_3 possèdent un diamètre hydraulique Φh_3 identique. Tous les canaux C_3 possèdent un profil ou une forme identique. Toutefois, la forme de la section des canaux C_3 est différente de la forme de la section droite transversale des canaux des

première et deuxième catégories. Comme pour les canaux C_1 , C_2 , les canaux C_3 de la troisième catégorie présentent conformément à l'invention :

- une valeur, pour sa section droite transversale S_3 , sensiblement identique aux valeurs des sections droites transversales des canaux C_1 et C_2 ,
- 5 - un diamètre hydraulique Φh_3 dont la valeur est sensiblement identique aux diamètres hydrauliques des canaux C_1 et C_2 ,
- et un diamètre équivalent Φe_3 , tel que le rapport entre le diamètre équivalent Φe_3 et le diamètre hydraulique Φh_3 soit inférieur ou égal à 2.

Comme expliqué précédemment, la section droite transversale S_1 des canaux C_3 est considérée comme sensiblement identique aux sections des canaux C_1 , C_2 , si les rapports des sections prises deux à deux, à savoir S_3 / S_1 (ou S_1 / S_3) et S_3 / S_2 (ou S_2 / S_3) sont compris dans l'intervalle 0,75-1,3 et, de préférence, 0,95-1,05. De même, le diamètre hydraulique Φh_3 des canaux C_3 de la troisième catégorie est considéré comme sensiblement identique aux diamètres hydrauliques des canaux C_1 , C_2 , si les rapports des diamètres hydrauliques pris deux à deux, à savoir $\Phi h_3 / \Phi h_1$ (ou $\Phi h_1 / \Phi h_3$) et $\Phi h_3 / \Phi h_2$ (ou $\Phi h_2 / \Phi h_3$) sont compris dans l'intervalle 0,75-1,3 et, de préférence, 0,95-1,05.

Dans l'exemple illustré, la troisième catégorie I_3 comporte un seul canal C_3 dont la section droite transversale passe par l'axe central A de l'élément. De préférence mais non exclusivement, le canal central C_3 présente une section droite transversale circulaire centrée sur l'axe central A. Par exemple, le canal C_3 présente une section droite transversale de valeur $S_3 = 10,17 \text{ mm}^2$, un diamètre hydraulique $\Phi h_3 = 3,6 \text{ mm}$ et un diamètre équivalent $\Phi e_3 = 3,6 \text{ mm}$. Il s'ensuit que les rapports des valeurs des sections droites transversales $S_1 / S_3 = 1,17$ ou $S_3 / S_1 = 0,84$ et $S_2 / S_3 = 0,98$ ou $S_3 / S_2 = 1,02$ sont bien compris dans l'intervalle 0,75-1,3. De même, les rapports entre les diamètres hydrauliques du canal C_3 et des canaux C_1 , C_2 sont tels que $\Phi h_1 / \Phi h_3 = 0,97$ (ou $\Phi h_3 / \Phi h_1 = 1,02$) et $\Phi h_2 / \Phi h_3 = 0,97$ (ou $\Phi h_3 / \Phi h_2 = 1,02$). Ces rapports sont bien compris dans l'intervalle 0,75-1,3. Enfin, le rapport $\Phi e_3 / \Phi h_3 = 1$ est bien inférieur à 2.

Tel que cela ressort de la description qui précède, l'invention s'applique

pour un élément de filtration dont les canaux C_n peuvent être classés en n catégories $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$, avec $n \geq 2$, dans chacune desquelles tous les canaux présentent une section droite transversale S_n identique et un diamètre hydraulique Φh_n identique, la forme des sections droites transversales des canaux étant différente entre les catégories de canaux.

Dans le cas général d'un élément de filtration comportant n catégories de canaux, les canaux des différentes catégories présentent une valeur sensiblement identique, pour les sections droites transversales et pour les diamètres hydrauliques, dans la mesure où, d'une part, les rapports entre deux quelconques des sections et, d'autre part, les rapports entre deux quelconques des diamètres hydrauliques sont compris dans les intervalles susdéfinis, à savoir 0,75-1,3 et, de préférence, 0,95-1,05. De plus, le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique de chaque canal doit être inférieur ou égal à 2. Le respect de ces trois conditions permet d'optimiser le rapport de la surface filtrante sur le volume de support poreux utilisé, tout en permettant d'obtenir un décolmatage homogène dans tous les canaux et une absence de bouchage des canaux par le fluide à traiter.

Dans l'exemple illustré, il est à noter que les canaux sont réalisés de manière que les catégories auxquelles ils appartiennent se répartissent concentriquement. Il doit, bien entendu, être considéré que les canaux peuvent être aménagés de façon à occuper une position quelconque ne correspondant pas à une répartition déterminée des catégories de canaux.

Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, les première I_1 , deuxième I_2 et troisième I_3 catégories comportent respectivement 16, 6 et 1 canaux C_1, C_2, C_3 . Bien entendu, chacune de ces catégories peut comporter un nombre différent de canaux. Dans le même sens, les canaux C_1, C_2 et C_3 peuvent présenter des profils différents en respectant les caractéristiques énoncées ci-dessus. Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, l'élément de filtration est pourvu d'un canal central C_3 permettant d'éviter les problèmes d'accumulation de matières dans un volume qui n'est jamais balayé par les liquides et principalement les liquides de nettoyage. Un tel canal permet d'éviter les problèmes de prolifération bactérienne en permettant le nettoyage du volume central par l'intermédiaire de liquides de nettoyage. Par exemple, cet

élément 1 est plus particulièrement adapté pour la filtration de fluides visqueux. Dans l'exemple illustré à la **fig. 1**, l'élément de filtration présente un diamètre extérieur de 25 mm. Il est clair que l'invention peut également s'appliquer pour des éléments de filtration présentant un diamètre extérieur différent, par exemple, égal à 10 mm et comportant un nombre différent de catégories de canaux.

La **fig. 2** illustre un autre exemple de réalisation de l'invention selon lequel la première catégorie I_1 de canaux comporte sept canaux C_1 , tandis que la deuxième catégorie I_2 comporte un unique canal C_2 . La surface S_1 de tous les canaux C_1 de la première catégorie I_1 possède une valeur sensiblement identique à la valeur S_2 de la surface du canal C_2 . Par exemple, les surfaces S_1 et S_2 possèdent une valeur égale à respectivement 34 et 33 mm². Le rapport $S_1 / S_2 = 1,03$ (ou $S_2 / S_1 = 0,97$) est compris dans l'intervalle défini précédemment.

Selon cet exemple, le diamètre hydraulique Φh_1 des canaux de la première catégorie I_1 est sensiblement égal à la valeur du diamètre hydraulique Φh_2 du canal C_2 de la deuxième catégorie I_2 . Par exemple, le diamètre hydraulique Φh_1 est égal à 6 mm, tandis que le diamètre hydraulique Φh_2 est égal à 6,5 mm. Le rapport $\Phi h_1 / \Phi h_2 = 0,92$ (ou $\Phi h_2 / \Phi h_1 = 1,08$) est compris dans l'intervalle défini précédemment. De plus, le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique pour chaque canal C_1, C_2 est égal respectivement à 1,09 et 1, c'est-à-dire ≤ 2 , avec $\Phi e_1 = 6,58$ mm et $\Phi e_2 = 6,5$ mm.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

REVENDEICATIONS :

1 - Elément inorganique de filtration d'un milieu fluide, en vue de récupérer un filtrat, l'élément comportant :

- 5 - un support poreux rigide inorganique (2) de forme cylindrique présentant un axe central longitudinal (A),
- des canaux ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$) ménagés sur le support parallèlement à son axe central et présentant une surface (4) recouverte par au moins une couche séparatrice destinée à être en contact avec le milieu fluide, ces canaux pouvant être classés dans n catégories ($I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$),
10 avec $n \geq 2$, dans chacune desquelles tous les canaux présentent une section droite transversale ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) identique, un diamètre hydraulique ($\Phi h_1, \Phi h_2, \Phi h_3, \dots, \Phi h_n$) identique, et un diamètre équivalent ($\Phi e_1, \Phi e_2, \Phi e_3, \dots, \Phi e_n$) identique, la forme des sections droites transversales des canaux étant différente entre les catégories,
15 caractérisé en ce que les canaux ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$) des différentes catégories présentent :
 - des diamètres hydrauliques ($\Phi h_1, \Phi h_2, \Phi h_3, \dots, \Phi h_n$), tels que les rapports entre deux quelconques diamètres hydrauliques soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3,
 - 20 - des sections droites transversales ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$), telles que les rapports entre deux quelconques sections droites transversales soient compris dans l'intervalle 0,75 - 1,3,
 - et des diamètres équivalents ($\Phi e_1, \Phi e_2, \Phi e_3, \dots, \Phi e_n$), tels que le rapport entre le diamètre équivalent et le diamètre hydraulique pour
25 chaque canal soit inférieur ou égal à 2.

2 - Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que les canaux ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$) des différentes catégories présentent des sections droites transversales, telles que les rapports des sections droites transversales prises deux à deux sont compris dans l'intervalle 0,95-1,05.

30 3 - Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que les canaux ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$) des différentes catégories présentent des diamètres hydrauliques,

tels que les rapports des diamètres hydrauliques pris deux à deux sont compris dans l'intervalle 0,95-1,05.

5 **4** - Élément selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une des catégories de canaux comporte un canal (**C₃**) dont la section droite transversale passe par l'axe central (**A**) du support poreux.

5 - Élément selon la revendication 4, caractérisé en ce que le canal (**C₃**), dont la section droite transversale passe par l'axe central du support, est centré sur ledit axe.

10 **6** - Élément selon la revendication 5, caractérisé en ce que le canal centré (**C₃**) est de section droite transversale circulaire.

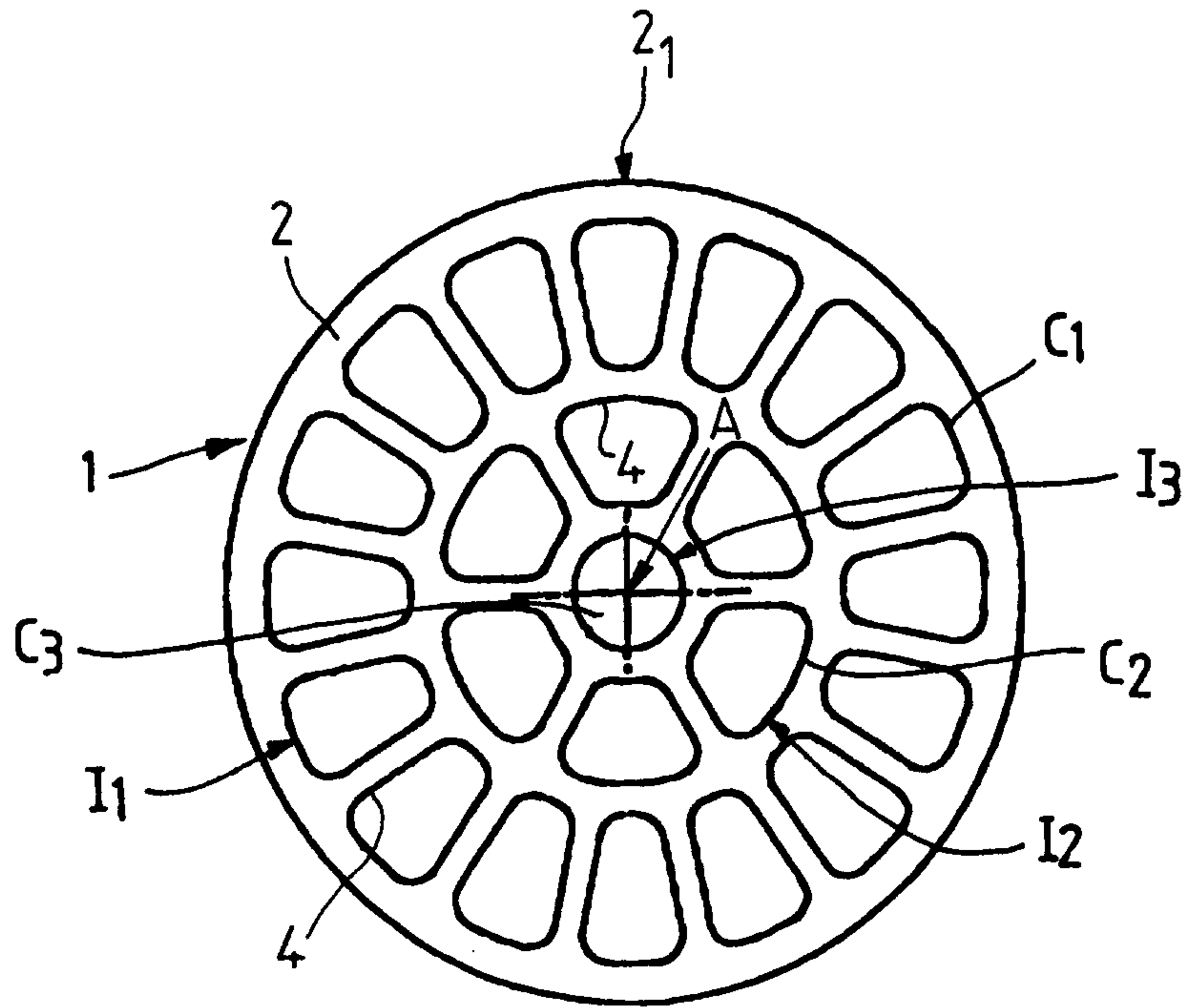


FIG. 1

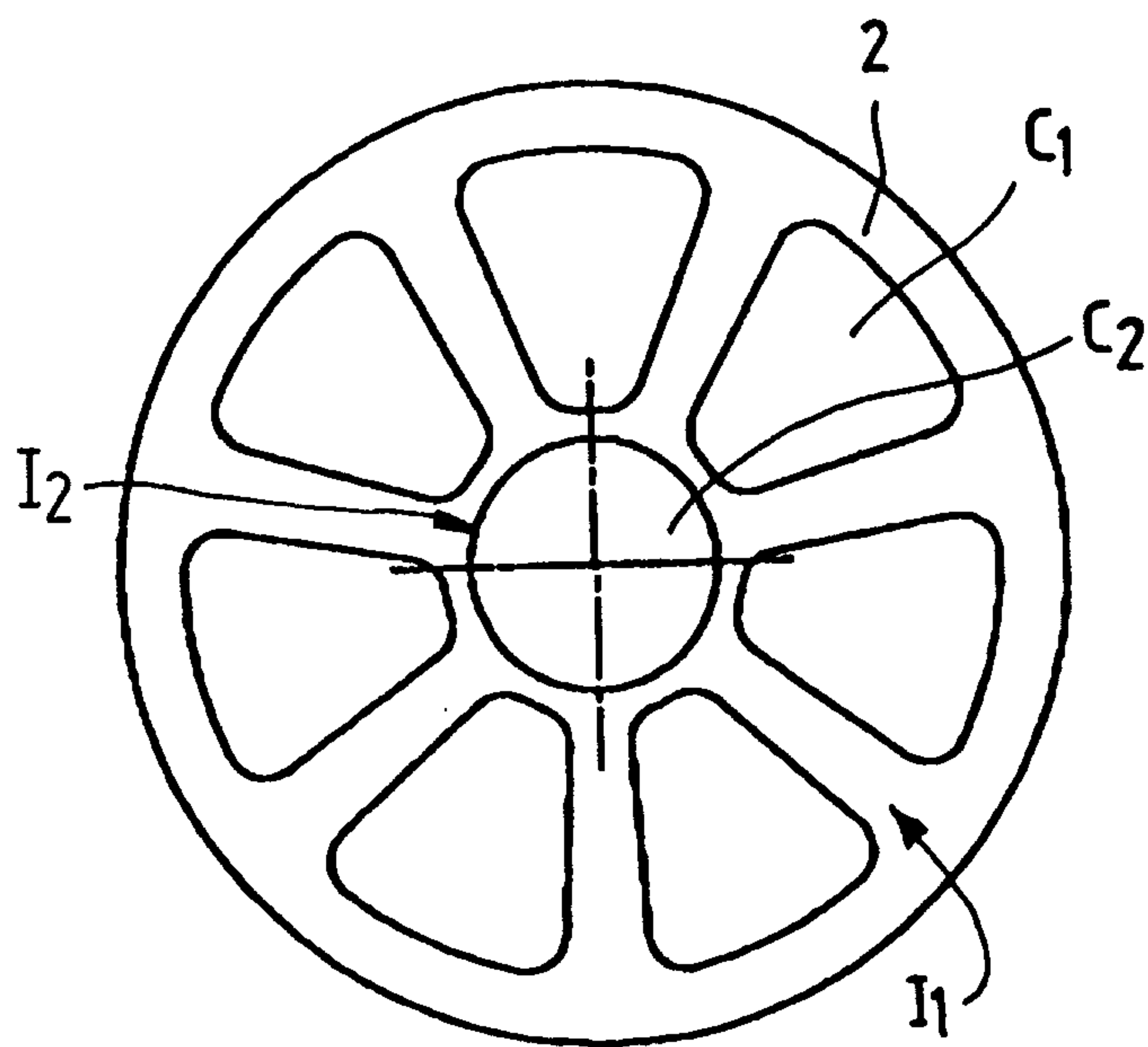


FIG. 2

