

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 13.12.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.06.12 Bulletin 12/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : VINCI CONSTRUCTION GRANDS
PROJETS — FR.

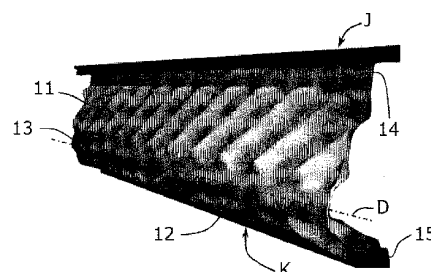
⑦② Inventeur(s) : BOUTILLON LAURENT et BERTAUD
JEREMIE.

⑦③ Titulaire(s) : VINCI CONSTRUCTION GRANDS PRO-
JETS.

⑦④ Mandataire(s) : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES.

⑤④ JOINT D'ETANCHEITE.

⑤⑦ La présente invention concerne un joint d'étanchéité,
pour joindre deux éléments de structure, constitué d'une
membrane (1) apte à subir des déformations de cisaillement
(ou distorsion), ladite membrane comportant une paroi
d'épaisseur constante et présentant un axe longitudinal (D),
un premier bord (J) et un deuxième bord (K) formant une
première et une deuxième zone de fixation permettant de
fixer la membrane à chacun des deux éléments de structu-
re, caractérisé en ce que ladite membrane (1) est pourvue
d'au moins un premier et un deuxième réseaux (resp. 11 et
12) d'ondulations inclinées en chevrons par rapport à l'axe
longitudinal (D) de la membrane (1), formant une réserve de
déformations de distorsion réversibles.



JOINT D'ETANCHEITE

[0001] La présente invention concerne un joint d'étanchéité constitué d'une membrane, apte à subir des déformations de distorsion importantes pour réaliser une étanchéité entre deux éléments pouvant se déplacer l'un par rapport à l'autre.

[0002] On entend par déformation de distorsion ou de cisaillement les déformations dans le sens n°3 illustrée sur la figure 1. C'est-à-dire un mouvement selon lequel deux bords parallèles d'une membrane translatent l'un par rapport à l'autre selon leur même direction longitudinale.

[0003] Traditionnellement, les joints permettant de réaliser une étanchéité entre deux objets, ou deux parties d'un même objet, tout en étant capables de s'adapter à des déplacements relatifs importants sont constitués de membranes pliées en soufflet ou présentant une ou plusieurs ondulations afin de posséder une réserve de longueur suffisante pour s'accommoder de ces déplacements sans qu'aucun effort significatif ne soit généré dans la membrane qui le constitue, ce qui d'une part garantit sa durabilité et d'autre part minimise la résistance aux mouvements relatifs des deux objets ou parties d'objet.

[0004] Il convient pour mieux comprendre les explications qui suivront d'avoir à l'esprit qu'une membrane présentant une extension spatiale importante selon deux directions et très faible selon la troisième, peut être sollicitée de deux façons différentes : en flexion et en traction. Comme une membrane est très fine, elle présente une faible résistance à la flexion. L'effort nécessaire pour la courber, même fortement est donc très faible. Ainsi, du fait de son élancement important, i.e. que le rapport de son épaisseur p sur sa hauteur H est très petit ($p/H \ll 1$), une membrane ne peut pas être comprimée sans fléchir. Par contre l'effort nécessaire pour allonger la membrane est en général beaucoup plus important, ce qui est d'autant plus vrai que le matériau qui la constitue présente une raideur importante (par exemple un polymère, ou une tôle fine).

[0005] Les membranes en soufflet ou ondulées traditionnelles permettent une grande gamme de déplacements relatifs selon les degrés de liberté n°1, 2, 4, 5, 6, (voir figure 1). Néanmoins, elles ne sont pas adaptées à s'accommoder de

déplacements significatifs en distorsion (degré de liberté n°3, voir figure 1) sans que cela génère des déformations et des contraintes de traction importantes au sein de la membrane.

5 [0006] Or, dans de nombreux cas, en génie civil notamment, il peut être nécessaire d'assurer une étanchéité entre deux éléments de structure pouvant présenter des mouvements relatifs dans toutes les directions, i.e. selon tous les degrés de liberté. Dans de tels cas, un joint constitué d'une membrane pliée ou ondulée classique peut ne pas convenir.

10 [0007] Par exemple, lorsque deux éléments de structure, situés dans un même plan, et joints par une membrane souple traditionnelle, subissent une sollicitation telle qu'ils sont translatés l'un par rapport à l'autre selon leur plan, la membrane est alors soumise selon certaines fibres à de fortes contraintes de traction (voir Figure 2). Lorsque ce mouvement relatif des deux éléments est répété, la membrane est alors soumise à des sollicitations en fatigue, ce qui a une incidence
15 directe sur sa durée de vie et sur l'intégrité de la structure qu'elle constitue, en l'occurrence le joint. De même, ces fortes contraintes génèrent des efforts importants transmis aux deux éléments de structure et peuvent donc nuire à l'intégrité de ces éléments si ces éléments sont fragiles.

20 [0008] Lorsque les deux éléments reliés par un tel joint sont, par exemple, des ouvrages de grandes dimensions servant à confiner une zone à risque (par exemple une zone polluée ou radioactive), tout endommagement dans le joint (qui, par conséquent, ne garantit plus l'étanchéité) peut avoir des conséquences graves. De même si, par exemple, l'un des deux éléments est un ouvrage confinant une zone à risque et dont la structure a été fragilisée par le temps ou un
25 accident (par exemple séisme ou explosion), tout effort significatif transmis à cette structure par le joint peut avoir des conséquences désastreuses.

[0009] L'invention vise à remédier à ces inconvénients en proposant une membrane présentant des reliefs à géométrie originale, dite en chevrons, ce qui permet à une membrane de s'adapter à ces déplacements de distorsion ou
30 cisaillement dans les deux sens, ce qui lui confère l'aptitude de s'accommoder à

tout type de déformations selon les six degrés de liberté (voir Figure 1) sans générer de contraintes importantes en son sein.

[0010] Cette propriété est indépendante du rapport longueur L sur hauteur H de la membrane (L/H, voir figure 11) qui peut donc prendre n'importe quelle valeur.

- 5 Les soufflets traditionnels pliés dans le sens de la hauteur (à ondulations horizontales) présentent, néanmoins, une capacité en distorsion, mais cette capacité diminue avec l'augmentation du rapport L/H (toutes autres proportions géométriques par rapport à H restant égales par ailleurs). Ainsi, l'invention s'avère particulièrement avantageuse dès lors que le rapport L/H dépasse 2 et son intérêt
- 10 croît d'autant plus que ce rapport est élevé.

- [0011] En outre, quel que soit le rapport L/H, la présence d'ondulations rallonge la durée de vie des membranes et soufflets. En effet, les ondulations permettent de remplacer des sollicitations en traction par des sollicitations en flexion lors des mouvements de distorsion, ce qui réduit considérablement les sollicitations en
- 15 fatigue du matériau.

[0012] Enfin, du fait que les propriétés remarquables de l'invention proviennent seulement de la géométrie du profil de la membrane, l'intérêt de l'invention est indépendant de l'échelle du système qui peut donc avoir des dimensions submillimétriques à pluri-métriques.

- 20 [0013] L'invention peut donc avoir un intérêt pour des industries très variées et offrir des applications très nombreuses.

[0014] A cet effet est proposé, suivant un premier aspect de l'invention, un joint d'étanchéité pour joindre deux éléments de structure, ledit joint étant constitué d'une membrane apte à subir des déformations de cisaillement (ou distorsion).

- 25 Ladite membrane comporte une paroi d'épaisseur constante et présente un axe longitudinal (D), un premier bord et un deuxième bord formant une première et une deuxième zone de fixation permettant de fixer la membrane à chacun des deux éléments de structure. En outre, ladite membrane est pourvue d'au moins un premier et un deuxième réseaux d'ondulations inclinées en chevrons par rapport à
- 30 l'axe longitudinal (D) de la membrane, formant une réserve de déformations de

distorsion réversibles. De préférence, le premier et le deuxième bords de la membrane sont parallèles et ledit axe (D) est parallèle aux premier et deuxième bords de la membrane.

5 [0015] Ainsi le joint permet d'assurer l'étanchéité entre deux éléments indépendants tout en étant capable de s'accommoder de déformations de cisaillement (ou distorsion) relatives très importantes sans générer d'effort de cisaillement au sein de la membrane.

10 [0016] Selon un exemple préférentiel de réalisation, deux réseaux adjacents d'ondulations inclinées en chevrons délimitent entre eux une bande sans ondulations formant charnière.

[0017] La présence de cette bande permet à la membrane de se plier selon son axe longitudinal (D) à la manière d'un soufflet traditionnel et de s'accommoder aux déformations selon les degrés de liberté 1, 2, 4, 5 et 6.

15 [0018] Selon un autre exemple préférentiel de réalisation, au moins un premier réseau d'ondulations inclinées en chevrons et un premier bord délimitent entre eux une bande sans ondulations formant charnière.

20 [0019] Ainsi, par exemple, si une membrane selon l'invention présente trois réseaux d'ondulations inclinées, le premier et le deuxième réseau délimitent entre eux une première bande sans ondulations, et le deuxième et le troisième réseau délimitent entre eux une deuxième bande sans ondulations. De plus, le premier réseau et le premier bord délimitent entre eux une autre bande, et le troisième réseau et le deuxième bord délimitent entre eux encore une autre bande. La même logique s'applique si une membrane présente quatre réseaux d'ondulations ou plus.

25 [0020] Selon un mode avantageux de réalisation, lesdites ondulations sont inclinées avec un angle compris entre 30° et 60° (en valeur absolue) par rapport à l'axe longitudinal (D) de la membrane.

[0021] De préférence, lesdites ondulations sont inclinées avec un angle proche de 45° (en valeur absolue) par rapport à l'axe longitudinal (D) de la membrane.

[0022] Ainsi, les angles d'inclinaison des ondulations de chaque réseau permettent de former des chevrons afin de donner à la membrane une liberté de déformation quel que soit le sens de sollicitation en cisaillement.

5 [0023] Selon un autre mode avantageux de réalisation, chaque ondulation a un profil de coupe curviligne.

[0024] C'est-à-dire que quelle que soit la coupe effectuée sur une ondulation, l'ondulation présente un profil curviligne, sans rupture de pente.

10 [0025] Selon un autre exemple préférentiel de réalisation, toutes les ondulations d'un même réseau sont identiques mais il est possible que des ondulations d'un réseau à l'autre soient différentes. On entend par « identiques » que les ondulations ont les mêmes caractéristiques géométriques, i.e. par exemple la longueur (e), l'amplitude (a), l'orientation (t), la période (T) ou leur nombre (N), etc.

15 [0026] Selon encore un autre exemple préférentiel de réalisation, les deux réseaux formant des chevrons sont symétriques par rapport à l'axe (D). Et de préférence, l'axe (D) est alors équidistant du premier et du deuxième bord de la membrane.

20 [0027] Ainsi, par exemple, une membrane peut comporter un premier réseau d'ondulations toutes identiques, mais différent d'un deuxième réseau constitué d'ondulations identiques au sein de ce deuxième réseau ou non. Ou bien une membrane peut comporter un premier réseau constitué d'ondulations toutes différentes (par exemple, les ondulations ont une longueur croissante tout le long de la membrane, ou sont inclinées selon un angle qui varie etc.), et un deuxième réseau symétrique au premier par rapport à l'axe (D). De préférence, toutes les ondulations d'un premier réseau sont identiques et un deuxième réseau est
25 symétrique au premier par rapport à l'axe (D). Si un troisième réseau existe, il peut être symétrique au deuxième par rapport à un axe médian de la bande sans ondulation délimitée par le deuxième et le troisième réseau et ainsi de suite.

30 [0028] Par ailleurs, le gain en capacité de réserve de déformation en distorsion de la membrane est paramétré par l'orientation (t), la période (T), la longueur (e) et l'amplitude (a) de ses ondulations. De préférence, ces paramètres permettent à

la membrane de supporter une distorsion supérieure à 30% de sa hauteur (H) initiale dans le cas d'une membrane à chevrons (au moins deux réseaux), ce qui correspondrait à 60% de sa hauteur (H) initiale dans le cas d'une membrane à réseau unique. Pour comparaison, une membrane traditionnelle sans soufflet a

- 5 une capacité de réserve de déformation en distorsion nulle et une distorsion de 30% engendre des déformations en traction de plus de 15% le long des bandes initialement inclinées à 45°.

[0029] De préférence, la surface occupée par l'ensemble des ondulations représente au moins 80% de la surface totale de la membrane. On définit la
10 surface occupée par l'ensemble des ondulations par la somme des surfaces occupées par chaque réseau définies par $[Lxh]$, et la surface totale de la membrane par (LxH) .

[0030] Selon un mode avantageux de réalisation, le matériau qui constitue la membrane est un élastomère mis en œuvre par projection sur un moule.

- 15 [0031] L'intérêt de l'invention est, en outre, indépendant du matériau utilisé. Il est donc loisible d'utiliser n'importe quel matériau adapté à l'usage particulier visé. Par exemple, ce matériau peut être un élastomère, un tissu, un élastomère renforcé par un tissu plus ou moins rigide, un métal ou un plastique thermodurcissable.

[0032] En particulier, cette géométrie permet aussi l'ajout d'un renfort rigide
20 (tissu, fibres) dans l'épaisseur d'un matériau souple ce qui peut contribuer à améliorer la durabilité et la résistance mécanique du matériau sans pour autant limiter les mouvements en distorsion de la membrane puisqu'elle ne sera nulle part sollicitée en traction.

[0033] La présente invention comporte aussi l'utilisation d'un joint, tel que défini
25 précédemment, pour le confinement hermétique d'une zone polluée. Ce confinement est assuré en partie par un socle en coopération avec une structure (par exemple un sarcophage ou une cloche) enveloppant la zone polluée. Etant donné que ladite structure est susceptible de subir de grands déplacements selon tous les degrés de liberté par rapport au socle, un espace périphérique ajouré doit
30 être ménagé entre la structure et le socle. Afin d'obturer hermétiquement cet

espace ajouré entre la ladite structure et ledit socle pour confiner la zone polluée, on ajuste la hauteur (H) de ladite membrane constituant ledit joint, et sa capacité de déformation de telle sorte que ledit joint obture hermétiquement l'espace ajouré quel que soit le déplacement de ladite structure et sans que le matériau
5 constituant ladite membrane ne soit sollicité en traction.

[0034] Ainsi, lorsque ladite structure supportée ne subit aucune sollicitation, la membrane est au repos dans une position pliée comme un soufflet traditionnel.

[0035] Enfin il existe de nombreux procédés envisageables pour réaliser la membrane comme, par exemple, par emboutissage d'une feuille métallique, par
10 remplissage ou injection d'un moule double face avec un élastomère liquide ou d'un plastique thermodurcissable, par calandrage et cuisson d'une feuille de caoutchouc synthétique ou par projection d'un produit capable de prendre rapidement sur un moule mono-face.

[0036] L'invention, selon un mode préférentiel de réalisation, sera bien comprise
15 et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, à titre indicatif et nullement limitatif, et en référence aux dessins annexés présentés ci-après :

- la figure 1 représente les mouvements autorisés des membranes souples traditionnelles pliées en soufflet ;
- 20 - la figure 2 présente les effets d'une distorsion sur une membrane traditionnelle plane ;
- la figure 3 illustre schématiquement les effets d'une distorsion dans une membrane traditionnelle plane ;
- la figure 4 montre le principe de fonctionnement d'une membrane avec
25 des ondulations en chevrons selon l'invention ;
- la figure 5 illustre l'intérêt des ondulations : la longueur développée (représentée par la courbe en tirets) est plus grande que la corde (droite en pointillés) ;
- la figure 6 présente des exemples de formes possibles d'ondulations
30 selon la coupe A-A (figure 4 et figure 11) ;

- la figure 7 présente des exemples de formes possibles d'ondulations selon la coupe B-B (figure 4 et figure 11) ;
- la figure 8 illustre un exemple de réalisation d'une membrane avec un seul réseau d'ondulations inclinées, n'autorisant une distorsion que dans un seul sens, i.e. lorsque le mouvement des bords inférieur et supérieur se fait selon les flèches ;
- la figure 9 illustre un exemple de réalisation d'une membrane avec un seul réseau d'ondulations inclinées, n'autorisant une distorsion que dans un seul sens, i.e. lorsque le mouvement des bords inférieur et supérieur se fait selon les flèches, soit dans le sens inverse de celui de la figure 8 ;
- la figure 10 présente un exemple de réalisation d'une membrane avec deux réseaux d'ondulations inclinées en opposition, les hauteurs différentes de chaque réseau autorisent une plus grande distorsion dans le Sens 1 que dans le Sens 2 ;
- la figure 11 présente un exemple de réalisation d'une membrane avec deux réseaux d'ondulations inclinées symétriques par rapport à un axe (D), vue en plan ;
- la figure 12 présente, en perspective, la membrane de la figure 11 selon une coupe orthogonale à l'axe (D) ;
- la figure 13 présente, en perspective, la membrane de la figure 11 selon une coupe à 45° par rapport à l'axe (D) ;
- la figure 14 présente, en perspective, la membrane de la figure 11 selon une coupe orthogonale à l'axe (D), et une coupe parallèle à l'axe (D) ;
- la figure 15 présente, en perspective, une position en soufflet de la membrane de la figure 11.

[0037] Les figures suivantes présentent des photos d'un prototype conforme à l'invention :

- la figure 16 présente le prototype conforme à l'invention, tendu verticalement (i.e. hauteur H développée selon l'axe $\underline{z}$), sans distorsion ;
- 5 - la figure 17 présente le prototype conforme à l'invention en position nominale (ou en soufflet, i.e. non tendu verticalement selon l'axe $\underline{z}$), et sans distorsion ;
- la figure 18 présente le prototype conforme à l'invention, tendu verticalement (i.e. hauteur H développée selon l'axe $\underline{z}$), en distorsion vers la gauche (i.e. bord inférieur fixe, bord supérieur translaté vers la gauche, dans le sens de la flèche) ;
- 10 - la figure 19, présente le prototype conforme à l'invention, tendu verticalement (i.e. hauteur H développée selon l'axe $\underline{z}$), en distorsion vers la droite (i.e. bord inférieur fixe, bord supérieur translaté vers la droite, dans le sens de la flèche) ;

15 [0038] Les éléments identiques représentés sur les figures 1 à 19 sont identifiés par des références numériques identiques.

[0039] Une membrane souple traditionnelle pliée en soufflet P peut s'accommoder de déformations selon les degrés de liberté n°1, 2, 4, 5, 6 comme illustré sur la figure 1. Par contre, si une telle membrane P subit une sollicitation
20 selon le degré de liberté n°3 (ou la partie supérieure J est translatée vers la droite par rapport à la partie inférieure K), elle se déforme comme illustré par la figure 2.

[0040] Le phénomène physique associé est illustré sur la figure 3 (selon l'hypothèse que la partie inférieure K reste fixe et que la partie supérieure J est translatée vers la droite) :

- 25 - Pour un mouvement de la partie supérieure J vers la droite, une Fibre f (caractérisée par une inclinaison u inférieure ou égale à 90°) s'allonge d'une longueur d , tandis qu'une Fibre f' (caractérisée par une inclinaison u' supérieure à 90°) se raccourcit d'une longueur d' .

- Il en résulte, une déformation de la membrane P hors de son plan avec des Fibres f fortement tendues et des Fibres f' qui, n'ayant aucune rigidité en compression, se sont ondulées (fléchies) afin de pouvoir se raccourcir.

5 [0041] Notons que si le mouvement de la partie supérieure J s'effectue vers la gauche, le comportement des Fibres f et f' s'inverse et les ondulations s'orientent dans l'autre sens.

[0042] Comme il l'a été dit précédemment, les ondulations classiques des soufflets n'autorisent pas de distorsions importantes (i.e. inférieures à 30% de la
10 hauteur) dès que le rapport longueur L sur hauteur H devient significatif (soit environ $L/H \geq 2$, cf. figure 11). On entend ici par « longueur » L la dimension horizontale d'une membrane constituant un soufflet, et par « hauteur » H la dimension verticale, orthogonale à la longueur L. Ainsi, ni des ondulations verticales (i.e. $t=90^\circ$, $T=90^\circ$), ni des ondulations horizontales d'un soufflet
15 traditionnel (i.e. $t=0^\circ$, $T=0^\circ$) ne conviennent. Il faut des ondulations inclinées.

[0043] Le mode de fonctionnement d'un joint constitué d'une membrane 1 selon l'invention, c'est à dire avec au moins deux réseaux (11,12) d'ondulations (111,112) en chevrons, est illustré par la figure 4.

[0044] Quand la partie haute se déplace vers la droite, les ondulations 111 du
20 réseau haut 11 ne sont quasiment pas déformées tandis que les ondulations 112 du réseau bas 12 supportent la quasi-totalité de la déformation.

[0045] A l'inverse, lorsque la partie haute se déplace vers la gauche, les ondulations 112 du réseau bas 12 ne sont quasiment pas déformées, et les ondulations 111 du réseau haut 11 supportent la quasi-totalité de la déformation.

25 [0046] Par conséquent, une membrane 1 présentant une réserve de déformation suffisante quelle que soit la direction de la sollicitation doit donc, de préférence, comporter deux réseaux d'ondulation 11 et 12 pour absorber le mouvement de distorsion dans les deux sens.

[0047] La capacité en déformation de distorsion des membranes 1 dépend étroitement de l'orientation, du nombre N ou de la période T , de la longueur e et de l'amplitude a des ondulations (111,112). Il est donc loisible d'adapter cette capacité aux besoins spécifiques de l'application en jouant sur l'amplitude a et/ou la période T des ondulations.

[0048] Toute forme d'ondulations inclinées (111,112) est donc possible (figure 6) du moment que pour tout angle u d'une fibre imaginaire de la membrane, la longueur développée de la fibre d'angle u (représentée par une courbe en « tirets » sur la figure 5) est supérieure à sa corde (distance droite entre ses deux extrémités, représentée par une ligne droite en « pointillés » sur la figure 5). Plus la différence entre ces deux longueurs sera grande, plus la réserve en déformation sera importante, et donc plus la distorsion maximale autorisée par la membrane sera grande.

[0049] En effet, l'effort F nécessaire pour allonger une membrane 1 (ondulée) d'une certaine valeur est beaucoup plus faible que celui nécessaire pour allonger une membrane plane P (figure 5). Pour une membrane 1 ondulée, l'élongation d'une fibre orthogonale aux ondulations se fait par flexion (les zones à l'intérieur des « creux » 111c sont sollicitées en traction alors que les zones aux sommets des « bosses » 111b sont sollicitées en compression) tandis que pour une membrane plane P l'élongation se fait par allongement du matériau.

[0050] La forme du réseau d'ondulations selon la coupe B-B (figure 4 et figure 11) peut aussi être très diverse, comme le montre la figure 7.

[0051] Notons toutefois que les formes douces avec arrondis améliorent fortement le comportement de la membrane, et sont par conséquent préférables.

[0052] Selon un premier exemple de réalisation, la figure 10 présente une membrane 1 avec deux réseaux 11 et 12 d'ondulations inclinées (111,112) en opposition (i.e. t et t' ont les mêmes valeurs, mais des signes opposés d'un point de vue trigonométrique), mais de hauteurs h différentes afin d'autoriser une plus grande distorsion dans le Sens 1.

[0053] Les réseaux 11 et 12 présentent entre eux un espace formant une bande 13 neutre, i.e. sans ondulation. La hauteur de cette bande 13 séparant deux réseaux (11, 12) peut prendre n'importe quelle valeur, mais est de préférence faible, soit de l'ordre de moins de 5% de la hauteur H de la membrane. On définit

5 alors géométriquement un axe (D) passant par le milieu de la hauteur de cette bande, ou, du moins, entre les deux réseaux (11, 12), i.e. s'étendant longitudinalement le long de la membrane 1.

[0054] Les bords supérieur J et inférieur K forment deux zones de fixation permettant de fixer la membrane à d'autres éléments de structure.

10 [0055] Les réseaux 11 et 12 délimitent entre eux et les bords supérieur J et inférieur K deux espaces formant deux bandes 14 et 15 neutres, i.e. sans ondulation. Les hauteurs de ces bandes 14 et 15 séparant les deux réseaux (11, 12) des zones de fixation peuvent prendre n'importe quelle valeur, mais sont de préférence faibles, soit de l'ordre de moins de 5% de la hauteur H de la
15 membrane. Par ailleurs, pour des facilités de réalisation, elles sont de préférences égales.

[0056] Selon un deuxième exemple, préférentiel, de réalisation, la membrane 1 représentée figure 11 (10 ondulations inclinées à 45° sur 3 mètres de linéaire, $e=817.17\text{mm}$ et $a=130\text{mm}$) est capable de supporter une distorsion supérieure à
20 +/- 30% de sa hauteur H totale, comme la hauteur h de chaque réseau 11 et 12 d'ondulation s'étend sur environ 40% de la hauteur totale H de la membrane 1, chaque réseau (11, 12) est donc capable d'équilibrer une distorsion de l'ordre de $\frac{3}{4}$ de sa hauteur h.

[0057] Par conséquent, en faisant varier l'amplitude a et/ou le nombre N (ou la
25 période T) des ondulations (111, 112) d'un réseau (11, 12), il est possible d'atteindre des capacités de distorsion de la membrane 1 au-delà d'un rapport 1/1 de la hauteur h du réseau (par exemple en prenant $a=160\text{mm}$, les valeurs des autres paramètres restant inchangées).

[0058] Par ailleurs, l'angle t d'inclinaison optimale des ondulations 111 est
30 compris entre 30° et 60°, de préférence 45°, par rapport à l'axe (D). Il en est de

même pour l'angle t' d'inclinaison des ondulations 112, mais qui est, de préférence, de signe opposé à celui de l'angle t de sorte que les ondulations 111 et 112 forment des chevrons. Ainsi, selon l'exemple de réalisation présenté sur les figures 10 à 15, $t=45^\circ$ et $t'=-45^\circ$.

5 [0059] Bien sûr, de nombreuses variations sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. Pour des applications impliquant une déformation en distorsion mais selon des conditions différentes, il est loisible d'adapter la forme de la membrane de façon à en optimiser son fonctionnement. Par exemple :

- 10 - Les angles t et/ou t' d'inclinaison des réseaux d'ondulations peuvent ne pas être compris entre 30° et 60° et avoir des valeurs différentes l'un l'autre ;
- Si la distorsion n'a lieu que dans un sens, un seul réseau d'ondulations est suffisant ;
- 15 - Si la distorsion a lieu dans les deux sens, mais que par exemple la distorsion maximale vers la gauche est 2 fois plus grande que la distorsion vers la droite, deux réseaux en opposition mais de paramètres différents (chacun étant adapté à la distorsion maximale qu'il devra subir) pourront être mis en œuvre (voir figure 10) ;
- 20 - En fléchissant une membrane 1 selon l'axe (D) on retrouve la forme classique d'un soufflet et cette géométrie permet alors de subir des sollicitations selon les 6 degrés de liberté sans que le matériau constituant la membrane ne soit sollicité en traction (voir figure 15, et 17) ;
- 25 - La membrane peut aussi faire le tour complet d'un objet de forme quelconque (rectangulaire, circulaire, voire irrégulière...) et se refermer sur elle-même.

[0060] Enfin, un prototype a été réalisé en matériau élastomère et est présenté à partir de la figure 16.

[0061] La géométrie du prototype est spécifiquement adaptée à un usage dans lequel les déformations de distorsion attendues sont identiques dans les deux sens, ce qui a conduit à choisir deux réseaux (11, 12) d'ondulations identiques mais en opposition.

- 5 [0062] Par ailleurs la membrane qui forme un pli selon son axe (D) en position « neutre » est susceptible de se retrouver pratiquement tendue et simultanément distordue ce qui a conduit à retenir des angles t et t' de valeur 45° ($t=-t'=45^\circ$), ce qui correspond quasiment à l'optimum dans ce cas.

REVENDICATIONS

- 5 1. Joint d'étanchéité, pour joindre deux éléments de structure, constitué d'une membrane (1) apte à subir des déformations de cisaillement (ou distorsion), ladite membrane comportant une paroi d'épaisseur constante et présentant un axe longitudinal (D), un premier bord (J) et un deuxième bord (K) formant une première et une deuxième zone de fixation permettant de fixer la membrane à chacun des deux éléments de structure, caractérisé en ce que ladite membrane (1) est pourvue d'au moins un premier et un deuxième réseaux (resp. 11 et 12) d'ondulations inclinées en chevrons par rapport à l'axe longitudinal (D) de la membrane (1), formant une réserve de déformations de distorsion réversibles.
- 10 2. Joint selon la revendication 1, caractérisé en ce que deux réseaux (11,12) adjacents d'ondulations inclinées en chevrons délimitant entre eux une bande (13) sans ondulations formant charnière.
- 15 3. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins un premier réseau (11) d'ondulations inclinées en chevrons et un premier bord (J) délimitent entre eux une bande (14) sans ondulations formant charnières.
- 20 4. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites ondulations sont inclinées avec un angle (t , t') compris entre 30° et 60° .
5. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites ondulations sont inclinées avec un angle (t , t') de 45° .
- 25 6. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chaque ondulation (111, 112) a un profil de coupe curviligne.
7. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que toutes les ondulations (111, resp. 112) d'un réseau (11, resp. 12) sont identiques.

8. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les deux réseaux (11, 12) formant des chevrons sont symétriques par rapport à l'axe (D).
- 5 9. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'orientation (t), la période (T), la longueur (e) et l'amplitude (a) des ondulations (111, 112) permettent à la membrane (1) de supporter une distorsion supérieure à 30% de sa hauteur (H) initiale.
- 10 10. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la surface occupée par l'ensemble des ondulations (111, 112) représente au moins 80% de la surface totale de la membrane (1).
11. Joint selon l'une quelconques des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le matériau qui constitue la membrane (1) est un élastomère.
- 15 12. Utilisation d'un joint, tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, pour le confinement hermétique d'une zone polluée, ledit confinement étant assuré en partie par un socle en coopération avec une structure enveloppant la zone polluée, entre lesquels un espace périphérique ajouré est ménagé, caractérisée en ce que l'on ajuste la hauteur (H) de ladite membrane (1) constituant ledit joint, et sa capacité de déformation de telle sorte que ledit joint obture
- 20 hermétiquement l'espace ajouré quel que soit le déplacement de ladite structure et sans que le matériau constituant ledit joint ne soit sollicité en traction.

1/8

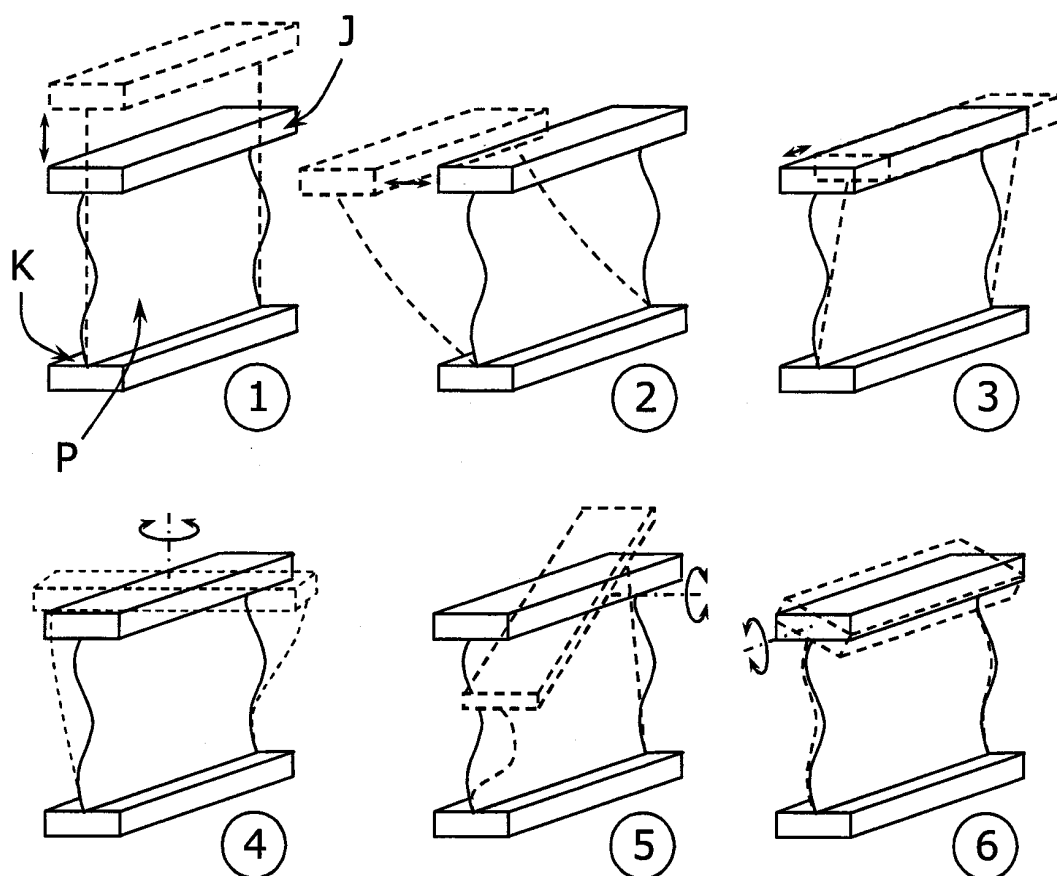


Fig. 1

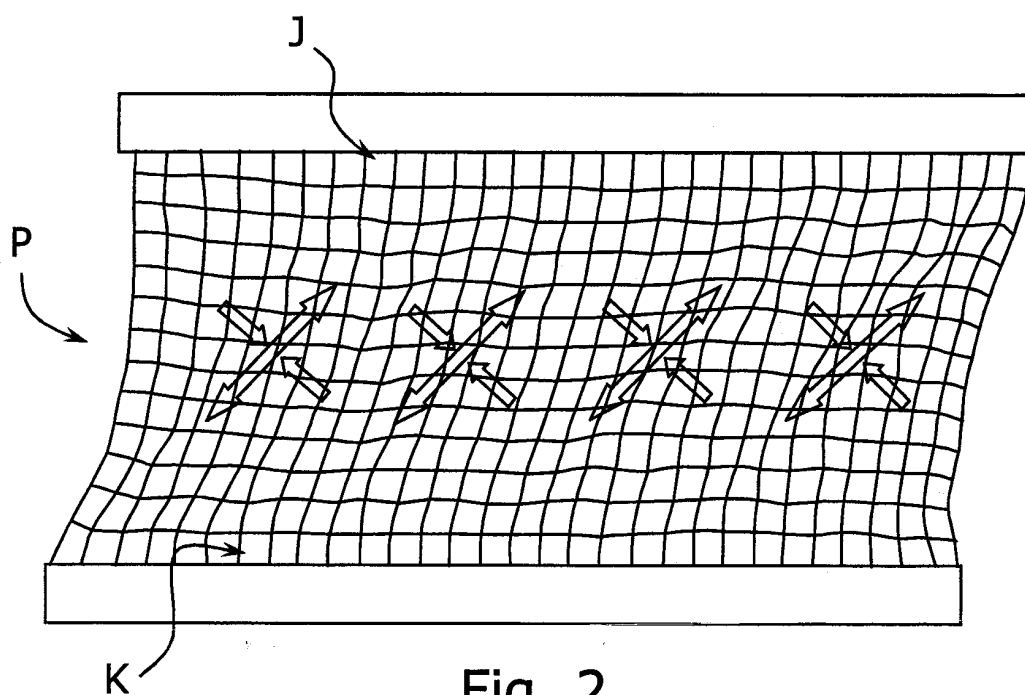


Fig. 2

2/8

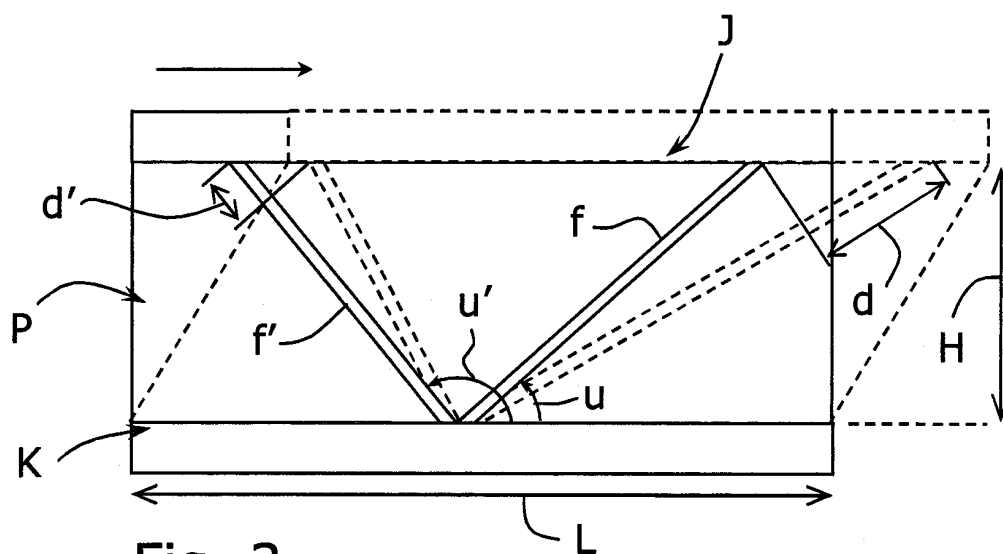


Fig. 3

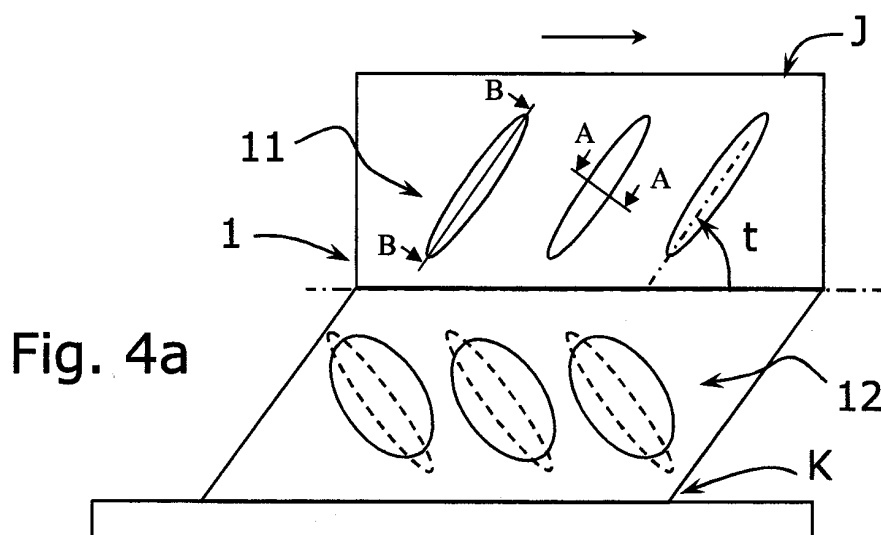


Fig. 4a

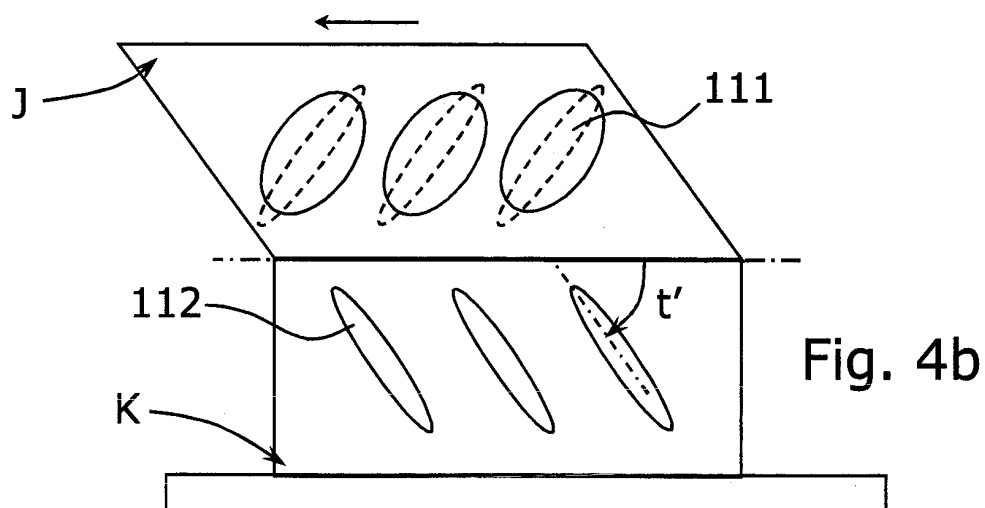


Fig. 4b

3/8

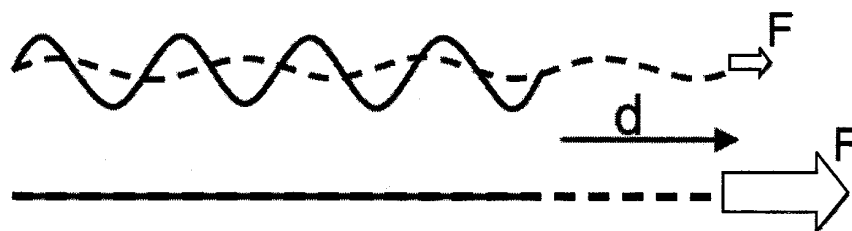


Fig. 5

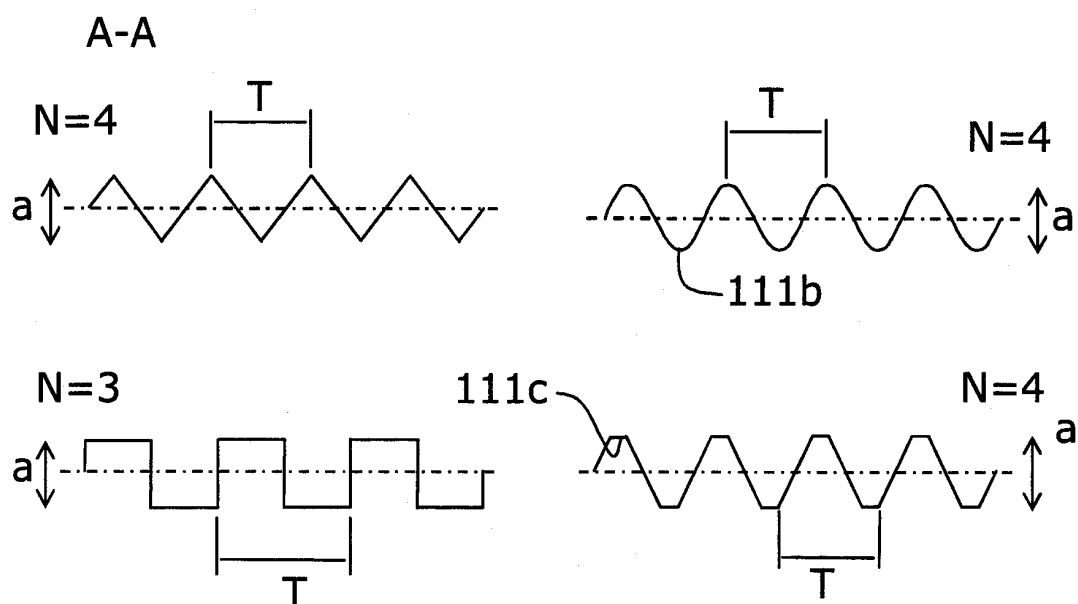


Fig. 6

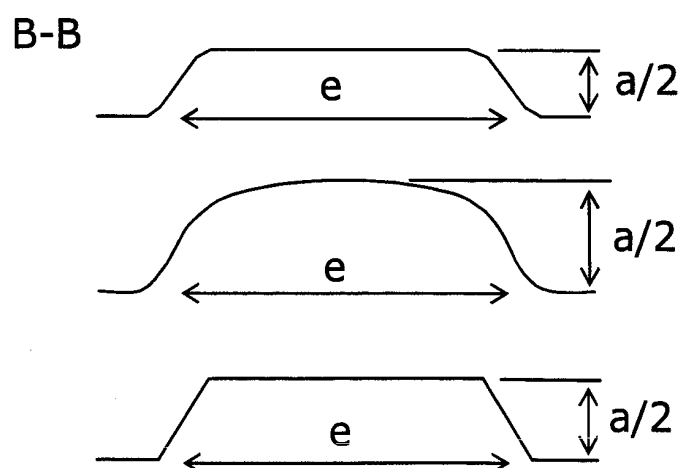
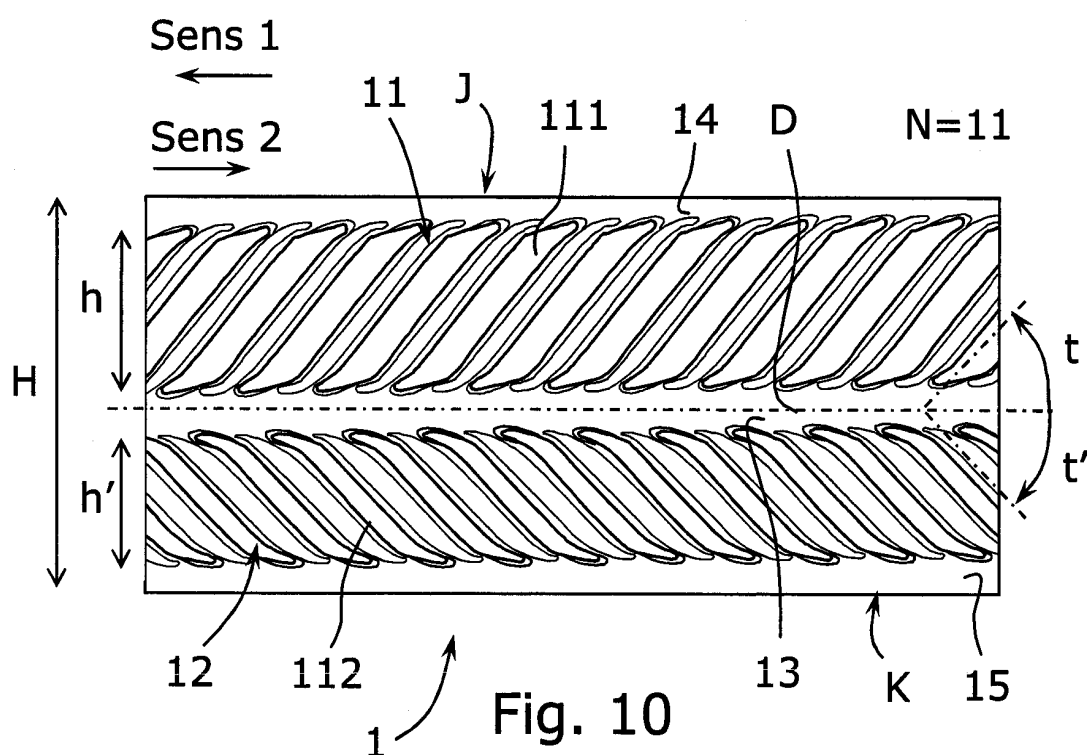
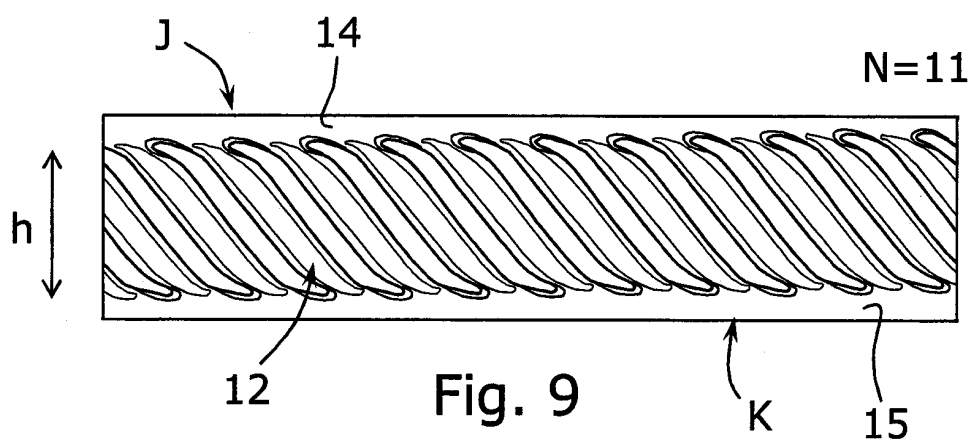
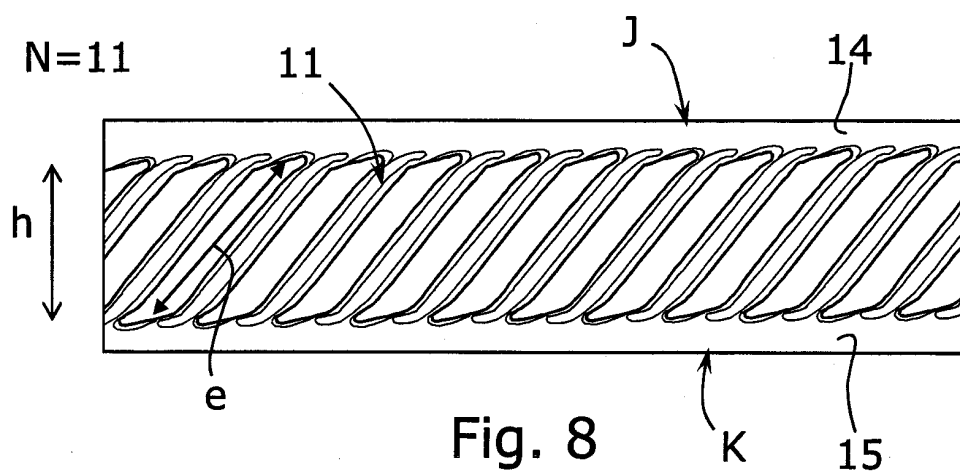


Fig. 7

4/8



5/8

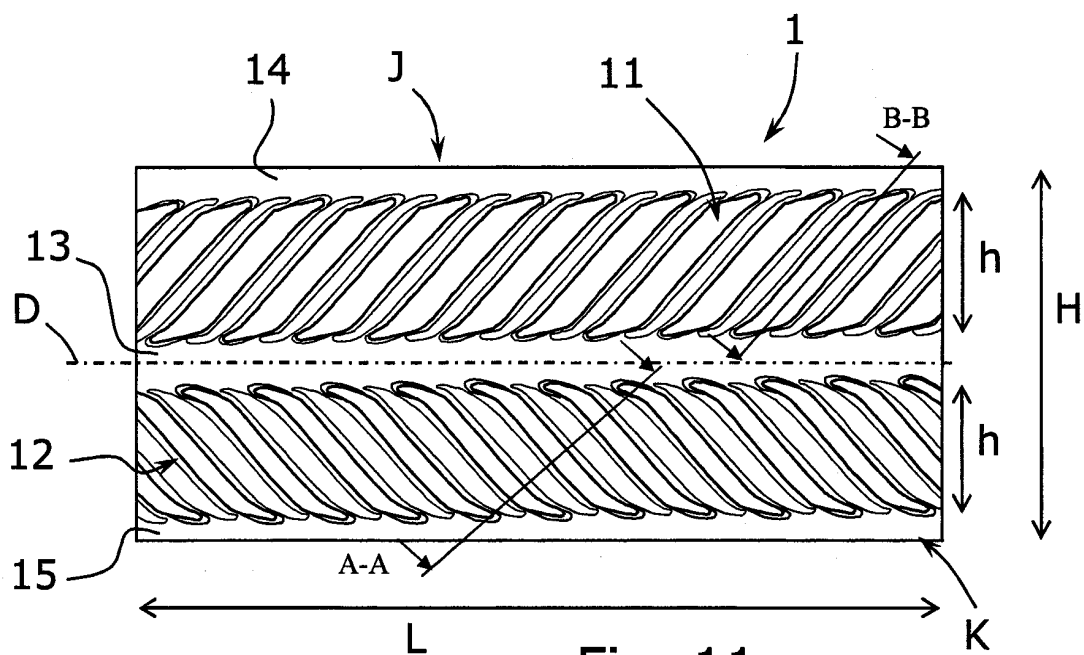


Fig. 11

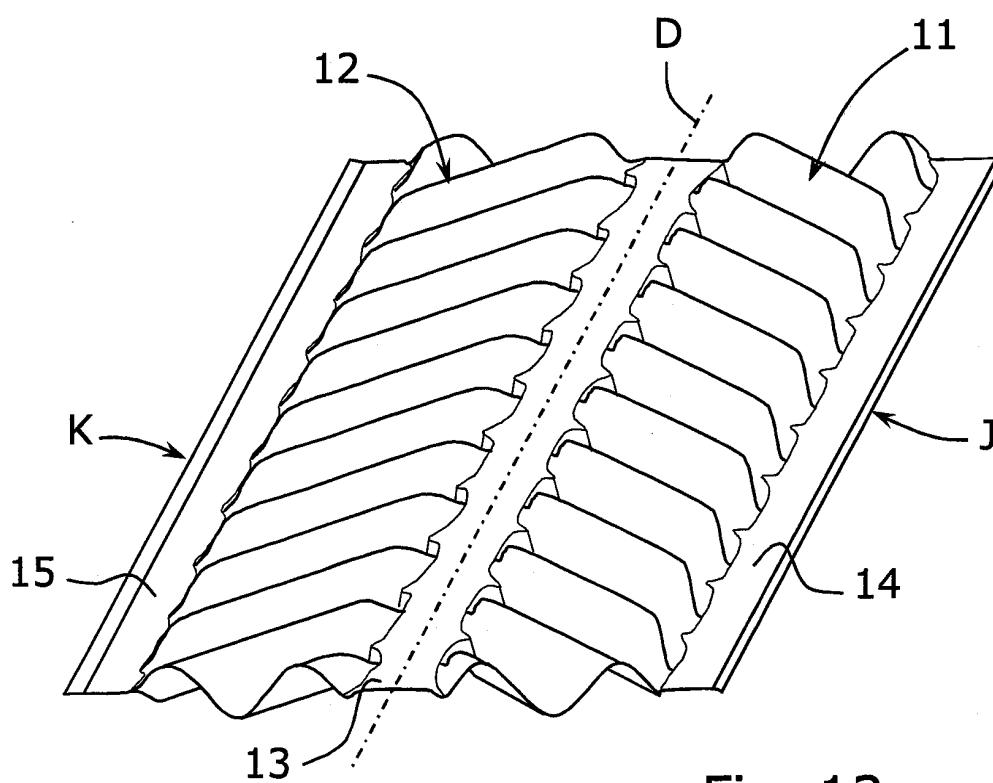


Fig. 12

6/8

Fig. 13

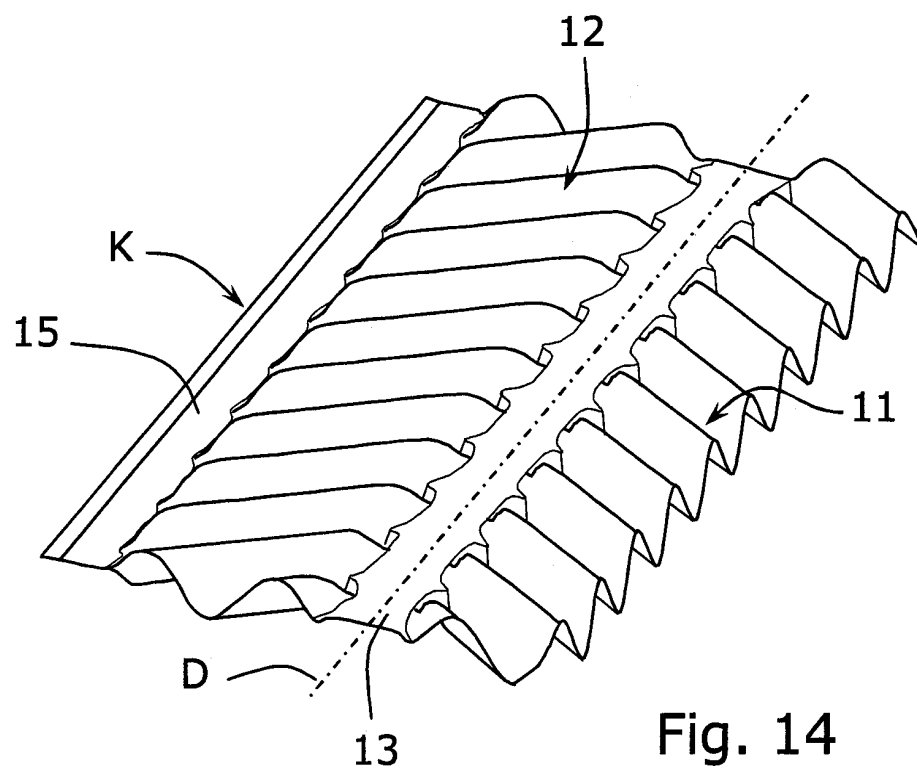
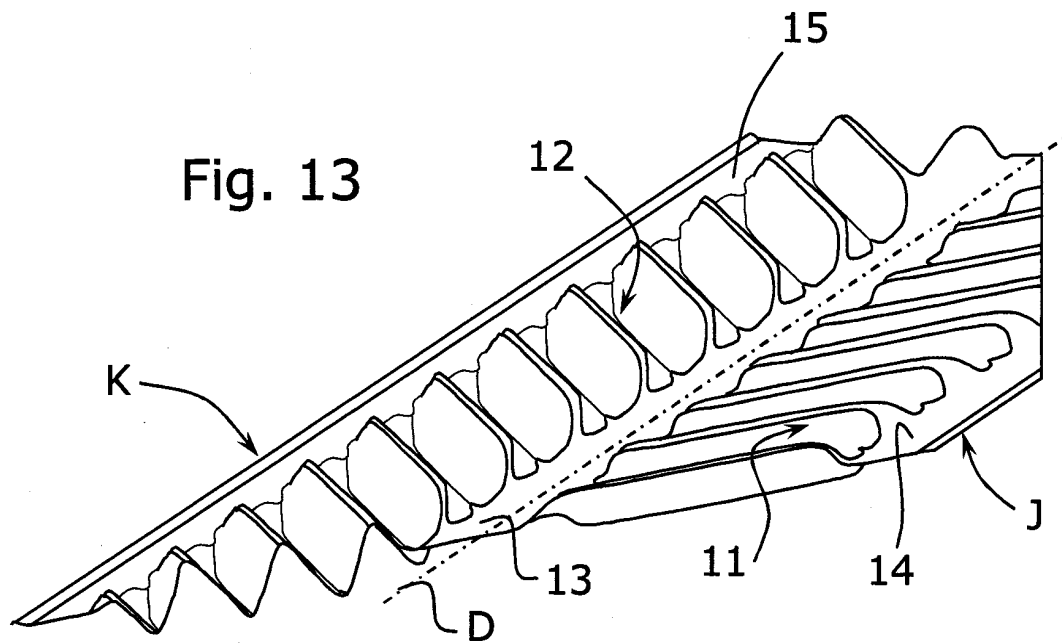
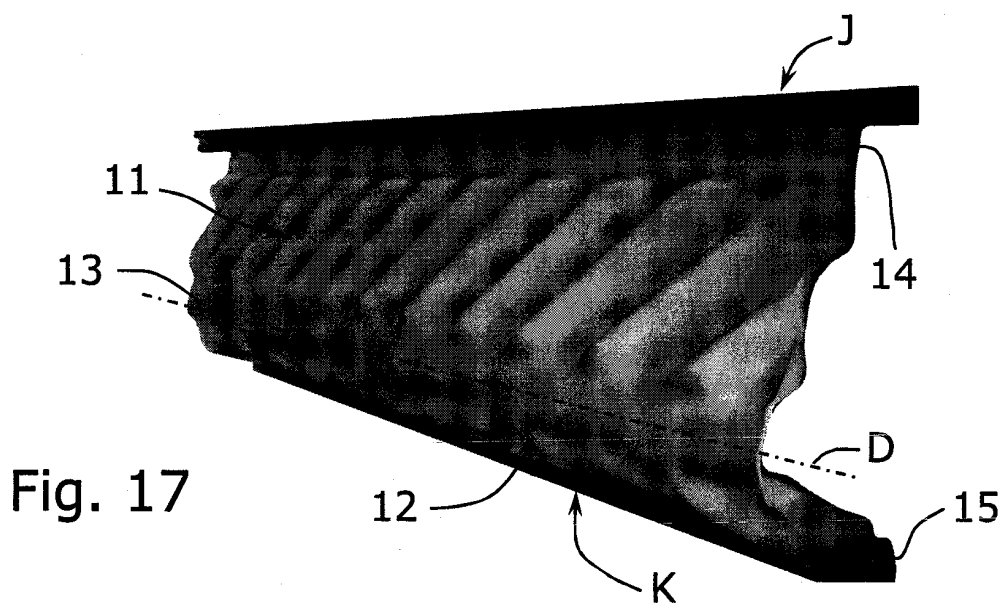
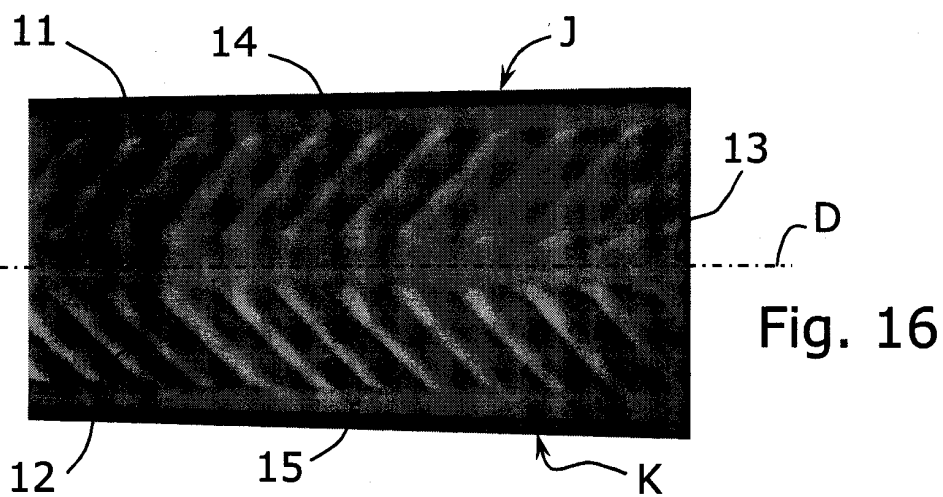
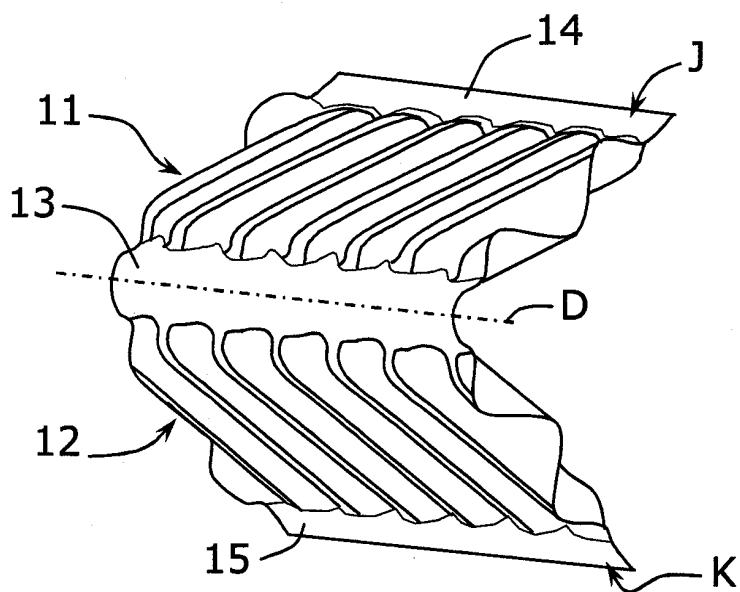


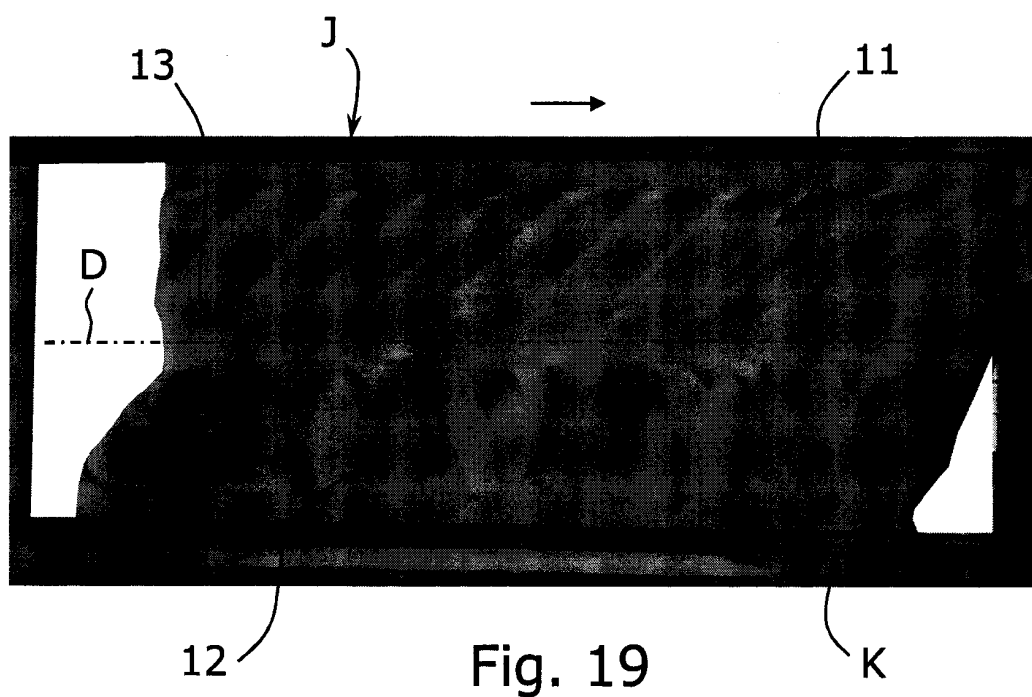
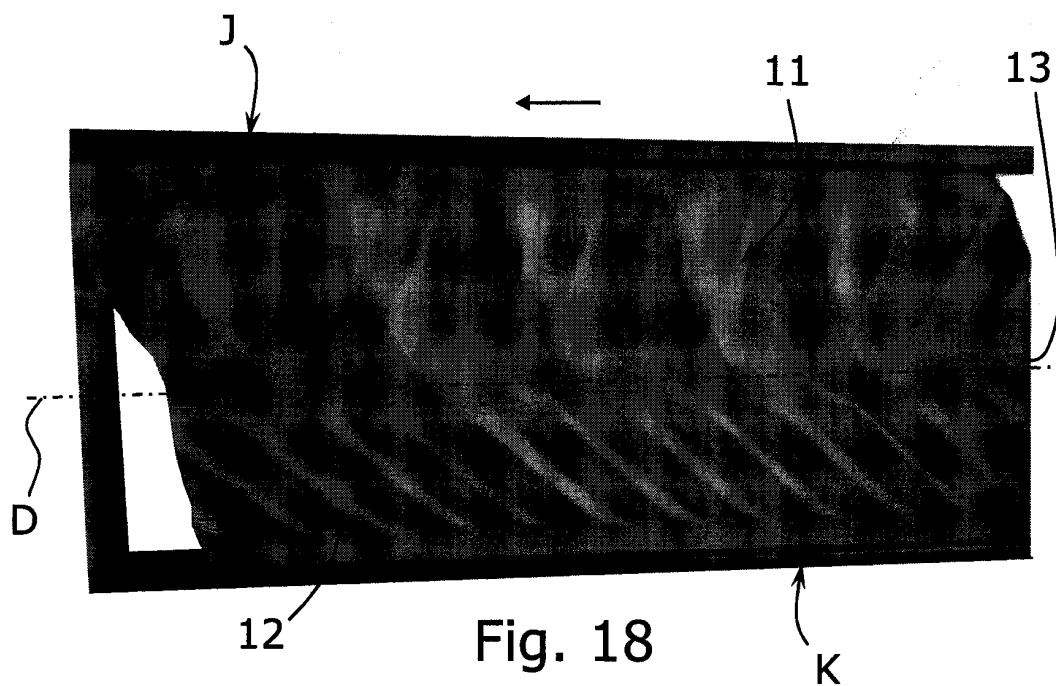
Fig. 14

7/8

Fig. 15



8/8





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 745052
FR 1004843

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2005/057059 A1 (METSO AUTOMATION OY [FI]; HELASUO JARMO [FI]; RUOSAARI OLLI [FI]; LAUK) 23 juin 2005 (2005-06-23) * alinéas [0016], [0017]; figures 2-3 *	1-12	F16J15/16 F16J15/44
X	FR 1 415 005 A (M. CHESTER MARKMANN HELLER) 22 octobre 1965 (1965-10-22) * pages 1,5; figure 28 *	1-12	
X	AT 381 146 B (STEYR DAIMLER PUCH AG [AT]) 25 août 1986 (1986-08-25) * le document en entier *	1-7,9, 11,12	
A	US 6 409 177 B1 (JOHNSTON DAVID E [US]) 25 juin 2002 (2002-06-25) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F16J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 juillet 2011		de Acha González, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1004843 FA 745052**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-07-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2005057059 A1	23-06-2005	CA 2549691 A1	23-06-2005
		CN 1906435 A	31-01-2007
		EP 1697666 A1	06-09-2006
		FI 20031829 A	16-06-2005
		JP 2007516397 A	21-06-2007
		US 2008246230 A1	09-10-2008
FR 1415005 A	22-10-1965	AUCUN	
AT 381146 B	25-08-1986	AUCUN	
US 6409177 B1	25-06-2002	AUCUN	