

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 17.03.08.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.09.09 Bulletin 09/38.

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) : SOLVAY — BE.

⑦② Inventeur(s) : DEHENNAU CLAUDE, GRANDJEAN
DOMINIQUE et FUMIRE JOEL.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : SOLVAY SA.

⑤④ **TUBE A PAROI STRUCTUREE EN PLASTIQUE, PROCEDE DE FABRICATION DUDIT TUBE ET UTILISATION
PARTICULIERE DE CELUI-CI.**

⑤⑦ Tube à paroi structurée en matière plastique compre-
nant un mandrin tubulaire en matière plastique et au moins
une feuille en matière plastique ayant une structure alvéo-
laire en nid d'abeilles enroulée sur le mandrin de manière à
ce que ses alvéoles soient disposées de manière radiale à
la surface du mandrin, et rendue solidaire de ce dernier, ce
tube étant caractérisé en ce que ses alvéoles sont asymé-
triques, c.à.d. ont une section dont l'enveloppe a un facteur
de forme (défini comme étant le rapport entre sa dimension
la plus importante et sa dimension la plus faible) plus grand
que 1.

Procédé de fabrication dun tel tube et son utilisation
pour la décharge d'eaux usées ou de pluie.



Tube à paroi structurée en matière plastique, procédé de fabrication dudit tube et utilisation particulière de celui-ci

La présente invention concerne un tube à paroi structurée en matière plastique, un procédé de fabrication dudit tube, ainsi qu'une utilisation particulière de celui-ci.

Les tubes destinés à véhiculer des fluides (sous pression ou non) et en particulier, les tubes des canalisations souterraines d'évacuation d'eaux usées ou de pluie, de distribution d'eau... peuvent être produits de manière économique en fonte ductile, en céramique ou en béton. Les tubes en matière plastique sont cependant préférés dans nombre de cas à la fonte, céramique ou au béton en raison de leur beaucoup plus grande légèreté et de leur remarquable résistance à la corrosion.

Toutefois, en vue de présenter une rigidité suffisante et/ou pour résister aussi bien que la fonte aux fortes sollicitations mécaniques, les tubes en matières plastiques traditionnelles doivent comporter une épaisseur de paroi plus élevée, ce qui en grève le coût et les rend moins compétitifs par rapport aux tubes en fonte ductile.

Pour résoudre ce problème, plusieurs solutions ont été envisagées. En particulier, pour les tubes utilisés en assainissement pour le transport d'eau usée, plusieurs configurations ont été mises au point, notamment :

- des tubes coextrudés comprenant trois couches à base de PVC et plus particulièrement : des tubes de type ABA où A est du PVC rigide et B du PVC rigide moussé
- des tubes comprenant deux couches produits par doublage en ligne d'un tube intérieur, recouvert lors du passage dans un conformateur par un tube ondulé ; cette configuration est généralement à base de PP
- des tubes produits à base de profilés enroulés à chaud sur un mandrin (surtout utilisé pour des diamètres élevés).

Ces configurations présentent comme avantage de répondre à un critère de rigidité annulaire donné avec un poids réduit par rapport à celui d'un tube en fonte, céramique ou béton et même, par rapport à celui d'un tube massif en matière plastique, mais toujours relativement élevé. Ainsi, des tubes ABA en PVC de diamètre 315 mm ayant une rigidité annulaire de 8.8 kN/m² et qui sont

classiquement utilisés dans l'évacuation d'eau usées ont un poids au mètre supérieur à 10 kg (voir notamment la demande EP 1393891). A diamètre et rigidité annulaire comparables, les structures en PP susmentionnées ont un poids au mètre de l'ordre de 5.4 kg, ce qui est nettement plus compétitif.

5 La demande FR 2745746 décrit un matériau à paroi structurée pour le chemisage de canalisations comprenant deux couches externes stratifiées et une couche intermédiaire présentant une structure en nids d'abeilles comprenant des alvéoles ayant la forme de prismes symétriques (dont les sections ont une enveloppe circulaire) jointifs. Cette couche intermédiaire présente comme
10 avantage d'augmenter la résistance mécanique de l'ensemble à faibles poids et coût. Toutefois, sa structure à prismes symétriques jointifs lui confère une rigidité à ce point élevée qu'il faut prévoir des lignes de rupture pour pouvoir réaliser les courbures souhaitées, ce qui est relativement compliqué d'un point de vue mise en œuvre et mène à des faiblesses de résistance mécanique (acceptables il
15 est vrai en chemisage mais non pour des tuyauteries massives).

 L'invention a notamment pour objet de fournir un tube à paroi structurée autoportant ayant, pour un diamètre donné, une rigidité annulaire élevée pour un poids particulièrement faible et en particulier : un rapport (rigidité
20 angulaire/poids par unité de longueur) plus élevé que les structures de l'art antérieur susmentionnées.

 A cet effet, l'invention concerne un tube à paroi structurée en matière plastique comprenant un mandrin tubulaire en matière plastique et au moins une feuille en matière plastique ayant une structure alvéolaire en nid d'abeilles enroulée sur le mandrin de manière à ce que ses alvéoles soient disposées de
25 manière radiale à la surface du mandrin, et rendue solidaire de ce dernier, ce tube étant caractérisé en ce que les alvéoles de la structure alvéolaire sont asymétriques, c.à.d. ont une section dont l'enveloppe a un facteur de forme (défini comme étant le rapport entre sa dimension la plus importante et sa dimension la plus faible) supérieur à 1.

30 De par cette caractéristique, la feuille a pu être enroulée sur le mandrin tubulaire même s'il présente une courbure relativement prononcée et ce sans qu'il ne soit nécessaire de prévoir de lignes de rupture (c.à.d. que l'enroulement peut constituer une structure continue sans fissures/lignes de rupture).

 Dans le cadre de la présente invention, par matière plastique on entend
35 désigner toute matière comprenant au moins un polymère en résine de synthèse.

Tous les types de matière plastique peuvent convenir. Des matières plastiques convenant bien appartiennent à la catégorie des matières thermoplastiques.

5 Par matière thermoplastique, on désigne tout polymère thermoplastique, y compris les élastomères thermoplastiques, ainsi que leurs mélanges. On désigne par le terme "polymère" aussi bien les homopolymères que les copolymères (binaires ou ternaires notamment). Des exemples de tels copolymères sont, de manière non limitative : les copolymères à distribution aléatoire, les copolymères à blocs et les copolymères greffés.

10 Tout type de polymère ou de copolymère thermoplastique dont la température de mise en œuvre est inférieure à la température de décomposition conviennent. Les matières thermoplastiques de synthèse qui présentent une plage de mise en œuvre étalée sur au moins 10 degrés Celsius conviennent particulièrement bien. Comme exemple de telles matières, on trouve celles qui
15 présentent une polydispersion de leur masse moléculaire.

On peut notamment utiliser des polyoléfines, des polyhalogénures de vinyle (tel que le PVC ou polychlorure de vinyle) ou de vinylidène (tel que le PVDF ou polyfluorure de vinylidène, le PVDC ou polychlorure de vinylidène), des polyesters thermoplastiques, des polymères fluorés thermoplastiques, des
20 poly(aryl éther sulfone)s comme les polyphénylsulfones (PPSU), des polycétones, des polyamides (PA) et leurs copolymères. Le PVC et les polyoléfines [et en particulier le polypropylène (PP) et le polyéthylène (PE)], les poly(aryl éther sulfone)s comme les polyphénylsulfones (PPSU), les PA et les polymères fluorés thermoplastiques ont donné de bons résultats.

25 Un mélange de polymères ou de copolymères peut aussi être utilisé, de même qu'un mélange de matières polymériques avec des charges inorganiques, organiques et/ou naturelles (comme, par exemple, mais non limitativement : le carbone, les sels et autres dérivés inorganiques, les fibres naturelles ou polymériques), que l'on appelle généralement une composition polymérique. Il
30 est également possible d'utiliser des structures multicouches constituées de couches empilées et solidaires comprenant au moins un des polymères ou copolymères décrits *supra*.

Un polymère souvent employé est le PVC ou le PE (polyéthylène) et en particulier, le polyéthylène haute densité (PEHD). Le PVC est particulièrement
35 préféré compte tenu du fait qu'il présente un rapport rigidité/coût élevé. Par

PVC, on entend désigner tout homo- ou copolymère contenant au moins 50 % en poids de chlorure de vinyle.

Le constituant de base du tube à paroi structurée selon l'invention est un mandrin tubulaire, c'est-à-dire un objet creux en forme de tube. Il est constitué, au moins partiellement et de préférence, entièrement, d'une composition à base de matière(s) plastique(s). Selon une variante avantageuse, il s'agit d'un tube comprenant une couche interne à base de matière(s) plastique(s) et une couche de surface plus mince servant d'adhésif lors de la solidarisation du nid d'abeille (les termes « épaisse » et « mince » étant relatifs c.à.d. par comparaison de l'une couche à l'autre). De préférence, la couche d'adhésif est déposée par coextrusion, est compatible avec la couche épaisse (mandrin/support à proprement parler) et est adaptée à la technologie de solidarisation utilisée (collage, soudure thermique, laser, UV etc.).

L'adhésif le plus employé est généralement un adhésif polymère qui peut se présenter sous la forme d'un polyuréthane, d'un polyester acrylique, d'un copolymère EVA-VAC (si la couche interne est à base de PVC) ou d'une polyoléfine fonctionnalisée (si la couche interne est à base d'une polyoléfine). Par polyoléfine fonctionnalisée, on entend désigner toute polyoléfine comprenant, outre des unités dérivées d'oléfines, des unités monomériques fonctionnelles. Celles-ci peuvent être incorporées soit dans la chaîne principale de la polyoléfine, soit dans ses chaînes latérales. Elles peuvent également être incorporées directement dans le squelette de ces chaînes principales et latérales, par exemple par copolymérisation d'un ou de plusieurs monomères fonctionnels avec le ou les monomères oléfiniques ou encore résulter du greffage d'un ou de plusieurs monomères fonctionnels sur lesdites chaînes, ultérieurement à la fabrication de la polyoléfine. Plusieurs polyoléfines fonctionnalisées peuvent aussi être utilisées en mélange.

On choisit les unités monomériques fonctionnelles de la polyoléfine fonctionnalisée parmi les acides carboxyliques, les diacides carboxyliques et les anhydrides correspondant à ces diacides. Ces unités monomériques proviennent généralement de la copolymérisation ou du greffage d'au moins un monomère insaturé possédant les mêmes fonctions. Des exemples de monomères utilisables sont, non limitativement, l'acide acrylique, l'acide méthacrylique, l'acide maléique, l'acide fumarique, l'acide itaconique, l'anhydride maléique, l'anhydride fumarique, l'acrylate de glycidyle et l'anhydride itaconique. De préférence, les unités

monomériques fonctionnelles proviennent de la copolymérisation ou du greffage d'anhydride maléique.

Selon l'invention, la feuille à structure alvéolaire (en nid d'abeilles) comprend également au moins une couche à base de matière(s) plastique(s). De manière préférée, cette matière plastique est la même que celle du mandrin tubulaire (PE ou PVC, ce dernier étant préféré) ou une matière plastique compatible avec celle-ci de sorte que le tube à paroi structurée puisse facilement être recyclé. De manière tout particulièrement préférée, il s'agit d'une structure multicouche comprenant au moins une (voire 2) couches de surface à base d'un adhésif tel que décrit ci-dessus.

Par feuille à structure alvéolaire en nid d'abeille (parfois simplement appelée « nid d'abeilles » dans l'exposé qui suit), on entend en fait désigner une feuille (panneau) composée d'un assemblage cohésif de cellules alvéolaires jointives (dénommées aussi plus simplement « alvéoles » dans la présente description). Par « alvéoles », on entend désigner des cellules ouvertes ou fermées ayant une section asymétrique (dont l'enveloppe a un facteur de forme différent de 1, de préférence au moins égal à 1.5, voire à 2.5 et de préférence, à 4) généralement substantiellement ovale, elliptique ou hexagonale, avec des parois essentiellement parallèles d'une cellule à l'autre. Selon l'invention, ces alvéoles sont disposées de manière radiale c.à.d. que l'axe vertical des cellules (celui qui est perpendiculaire au plan de la feuille) est radial (disposé substantiellement dans le prolongement d'un rayon du tube) et se trouve dans un plan substantiellement perpendiculaire à l'axe du tube.

Cette feuille peut avoir été obtenue par tout procédé connu. Toutefois, de préférence, elle est obtenue par extrusion de lamelles de matière plastique fondue que l'on soude par intermittence, comme il sera décrit plus en détail ci-après.

Selon l'invention, cette feuille est enroulée sur le mandrin c.à.d. mis en contact avec au moins une partie de sa surface (et de préférence : sur l'entièreté de sa surface utile) de sorte à en épouser au moins partiellement la courbure. Il y a essentiellement deux possibilités :

- soit les parois les plus longues des cellules (lorsque la structure alvéolaire est vue du dessus) sont substantiellement parallèles à l'axe principal de la feuille (c.à.d. à sa longueur) ; dans ce cas, la structure alvéolaire est enroulée autour du mandrin avec ces parois substantiellement parallèles à la génératrice du tube (c.à.d. comme une « chaussette » ouverte) et sa largeur est de préférence égale à la circonférence du mandrin.

- 6 -

- soit ces parois forment un angle non nul avec l'axe principal de la feuille et dans ce cas, la structure est enroulée substantiellement transversalement sur le mandrin, c.à.d. que l'angle d'enroulement se fait de telle sorte que les parois les plus longues des cellules forment un angle de moins de 60° par rapport la génératrice du tube, de préférence de moins de 30° et de manière particulièrement préférée, de moins de 15°. Deux spires (enroulements) adjacentes peuvent ne pas avoir leurs bords jointifs sur toute leur longueur. Dans ce cas, la distance entre 2 tels bords est de préférence au maximum de 10 cm, de préférence au maximum de 5 cm et de manière tout particulièrement préférée, de maximum 1 cm, étant entendu que les spires sont de préférence jointives en fait.

De préférence, les parois les plus longues des cellules sont substantiellement perpendiculaires à l'axe principal de la feuille car cette disposition permet plus facilement de stocker le nid d'abeilles et de le fixer sur le mandrin tubulaire (par enroulement transversal).

A noter que le tube à paroi structurée selon l'invention peut comprendre plusieurs feuilles en nid d'abeilles superposées et ce en vue d'atteindre plusieurs niveaux de rigidité à partir d'un même mandrin tubulaire.

Selon une variante particulièrement avantageuse de l'invention, le tube à paroi structurée comprend au moins une couche de finition solidaire de la feuille en nids d'abeilles du côté opposé à celui où est solidarisé le mandrin tubulaire. Cette variante permet d'apporter au tube à paroi structurée ainsi obtenu, une surface externe « pleine » qui permet des connections faciles par le biais de raccords ou coudes standards et qui évite l'endommagement de la feuille notamment au cas où ses alvéoles seraient remplies d'eau qui est susceptible de s'expanser en cas de gel. Pour éviter ce même problème, les spires adjacentes sont de préférence jointives.

Cette couche de finition comprend de préférence une feuille compacte à base de matière(s) plastique(s) et de préférence, une feuille comprenant une couche épaisse et une couche plus mince, cette dernière étant de préférence à base d'un adhésif par lequel la feuille est fixée sur le nid d'abeilles. De préférence, la couche d'adhésif est déposée par coextrusion et est adaptée à la nature du nid d'abeille, de la couche de finition et à la technologie de fixation (solidarisation) utilisée. Lors de la dépose, la feuille de la couche de finition peut être à l'état fondu ou solide. De préférence elle est à l'état solide. Il existe essentiellement deux variantes : soit la feuille de la couche de finition est

enroulée sur le mandrin tubulaire portant déjà le nid d'abeilles soit elle est solidaire de ce dernier avant sa fixation sur le mandrin tubulaire. Cette dernière variante permet de simplifier le procédé de fabrication du tube à paroi structurée mais nécessite le recours à un adhésif élastique à la température d'enroulement.

5 Dans la 1^{ère} variante, l'enroulement se fait de préférence de telle sorte que les bords de deux feuilles de finition successives (ou spires d'une même feuille) soient jointifs ou avec un recouvrement partiel. De manière préférée les 2 bords jointifs ou avec recouvrement sont soudés à chaud ou collés de façon à assurer une bonne étanchéité. Afin d'assurer une meilleure étanchéité, la couche de
10 finition peut se composer d'au moins 2 feuilles enroulées à angle inverse, c.à.d. présentant entre elles, par rapport à la direction du tube, un angle semblable, mais de signe opposé. Dans cette définition, le vocable "angle semblable" signifie un angle au moins égal au même angle moins 5 degrés d'angle. Le vocable "angle semblable" comprend aussi un angle au plus égal au même angle
15 plus 5 degrés d'angle. De préférence, ce vocable signifie un angle au moins égal au même angle moins 2 degrés d'angle. De préférence aussi, il comprend un angle au plus égal au même angle plus 2 degrés d'angle.

Dans le même ordre d'idées, lorsque le tube renforcé comprend plus de deux couches de feuilles de finition, deux couches adjacentes quelconques de ce
20 tube présentent, de préférence, un angle semblable et de signe opposé par rapport à la direction du tube.

Dans la 2^{de} variante, la feuille de finition est solidaire de la feuille alvéolaire, et cette variante permet d'apporter au tube à paroi structurée ainsi obtenu, une couche de finition déposée en même temps que la dépose de la
25 feuille alvéolaire ce qui permet des connections faciles par le biais de raccords ou coudes standards

En particulier, lorsque le mandrin tubulaire et le nid d'abeilles sont à base de PVC, la couche de finition peut comprendre une feuille de PVC additionné de fibres de verre longues coupées et distribuées de façon aléatoire. Une telle
30 feuille est notamment décrite dans la demande PCT/ EP2007/062787 au nom de la demanderesse dont le contenu à cet effet est incorporé par référence à la présente demande. Une telle structure permet d'obtenir une rigidité annulaire particulièrement élevée.

Il est aussi particulièrement intéressant que la nature de chacun des
35 constituants du tube soit choisie judicieusement en vue de permettre son recyclage et sa réutilisation, en mélange dans une des couches d'un nouveau tube.

Cette faculté devrait dans ce cas pouvoir être garantie aussi bien lors de la fabrication d'un nouveau tube (par l'utilisation de déchets de fabrication) que sur un tube usagé, en fin de période d'utilisation. Dès lors, des tubes à paroi structurées dont tous les composants (mandrin tubulaire, nid d'abeilles et couche de finition, le cas échéant) sont à base du même polymère (c.à.d. essentiellement composés du même polymère) ou de polymères compatibles sont préférés.

L'invention concerne également un procédé pour la production d'un tube à paroi structurée tel que décrit ci-dessus selon lequel on enroule autour d'un mandrin tubulaire en matière plastique et on solidarise à celui-ci, au moins une feuille en matière plastique ayant une structure en nid d'abeilles avec des alvéoles asymétriques et ce de manière à ce que ces alvéoles soient disposées de manière radiale à la surface du mandrin (le caractère asymétrique ayant été défini ci-avant).

Comme expliqué ci-dessus, le nid d'abeille peut être enroulé selon un angle d'enroulement donné (entre les parois les plus longues des cellules et la génératrice du tube).

Selon une variante préférée, le nid d'abeilles est obtenu par extrusion de lamelles de matière plastique fondues qui sont soudées par intermittence. En particulier, selon cette variante de l'invention, le nid d'abeilles est obtenu par un procédé selon lequel :

- on extrude en continu, dans une direction sensiblement horizontale, à travers une filière comprenant une face avant munie d'une pluralité de fentes parallèles et d'un matériau isolant au moins en surface, des lamelles parallèles d'une composition à base d'au moins une matière plastique ;
- dès la sortie de la filière, on soumet, en alternances successives et entre deux calibreurs dont la longueur est suffisamment faible pour que la composition de matière plastique reste fondue, les espaces compris entre deux lamelles adjacentes à une injection de gaz comprimé ou d'un fluide de refroidissement et à une dépression, les deux côtés d'une même lamelle étant, pour l'un, soumis à l'action du gaz comprimé ou fluide de refroidissement et, pour l'autre, à l'action de la dépression, et inversement lors de l'alternance suivante, afin de réaliser la déformation des lamelles et leur soudure deux à deux avec formation, dans un plan sensiblement parallèle à la direction d'extrusion, d'une structure alvéolaire dont les alvéoles constitutives s'étendent perpendiculairement à la direction d'extrusion.

Un tel procédé est décrit dans la demande WO 2007/020279 au nom de la demanderesse, dont le contenu à cet effet est incorporé par référence dans la présente demande. Le nid d'abeilles issu de ce procédé peut être fixé sur le mandrin en ligne avec la fabrication de ce dernier et/ou du nid d'abeilles. De manière préférée, le nid d'abeilles est fabriqué à l'avance et stocké pour pouvoir être enroulé et fixé sur le mandrin tubulaire en ligne avec la fabrication de ce dernier. Lorsque le nid d'abeilles présente une flexibilité longitudinale, il peut être enroulé sur un support ce qui facilite son stockage et son enroulement subséquent autour du mandrin.

De manière tout particulièrement préférée, le nid d'abeilles est fabriqué par coextrusion et de manière tout particulièrement préférée, selon le procédé décrit dans la demande WO 2006/106101 au nom de la demanderesse (et dont le contenu à cet effet est incorporé par référence dans la présente demande), ladite coextrusion visant à fournir sur au moins une de ses faces, une couche d'adhésif.

De préférence, le nid d'abeilles est coextrudé de manière à ce que ses alvéoles comprennent trois couches : une couche centrale (relativement épaisse) constituant le corps du nid d'abeilles et deux couches de surface (relativement plus minces) à base d'adhésif, une couche d'adhésif étant destinée à fixer le nid d'abeilles sur le mandrin et l'autre, à fixer une feuille de finition sur le nid d'abeilles (le cas échéant).

Les adhésifs utilisés sont les mêmes que ceux décrits *supra* pour le tube à paroi structurée.

Selon une forme particulière du procédé conforme à l'invention, il s'agit d'adhésifs activables thermiquement (par réchauffement).

L'emploi d'un adhésif de ce type offre l'avantage de limiter la durée d'échauffement des composants à celle strictement nécessaire au développement de l'effet adhésif et ce sans dégrader leur propriétés mécaniques et leur forme sous l'effet de la chaleur.

Comme expliqué précédemment, des nids d'abeilles avec flexibilité longitudinale sont préférés. De tels nids d'abeilles peuvent notamment être obtenus en ajoutant aux procédés décrits ci-dessus, une étape d'étirement du nid d'abeilles perpendiculairement à la direction d'extrusion et ce en ligne avec ladite extrusion. Un tel procédé est décrit dans la demande WO 2007/110370 au nom de la demanderesse dont le contenu à cet effet est incorporé par référence dans la présente demande.

Selon l'invention, le mandrin tubulaire peut également avoir été fabriqué par coextrusion (technique classique dans ce domaine) pour obtenir une couche de surface à base d'adhésif et il en va de même pour la feuille de finition, le cas échéant.

- 5 Il y a essentiellement deux possibilités pour fixer le nid d'abeilles sur le mandrin tubulaire lorsque celui-ci est obtenu par (co)extrusion :
- soit le mandrin est calibré et débité à la longueur souhaitée en ligne, et ensuite muni du nid d'abeille en reprise;
 - soit le mandrin est calibré et muni du nid d'abeilles en ligne, puis débité à la
- 10 longueur souhaitée.

La 1^{ère} variante présente plusieurs avantages :

- lorsque le nid d'abeilles présente une flexibilité longitudinale et est enroulé sur un support, elle permet de faire tourner le mandrin plutôt que l'enroulement du nid d'abeilles, ce qui est plus pratique surtout pour des tubes de gros diamètre.
- 15 Il suffit de prévoir un amorçage manuel ou automatique pour la fixation du début de l'enroulement sur le tube tournant ;
- elle permet le tulipage du mandrin (c.à.d. la déformation en corolle de ses extrémités de façon à assurer un emboîtement des tubes à paroi structurées adjacents lors de leur assemblage en réseau) ;
- 20 - elle permet de varier le nombre de couches de nid d'abeilles et ce faisant, d'obtenir des tubes avec des rigidités annulaires variables à base d'un même mandrin.

Quelle que soit la variante choisie, il est avantageux de prémunir le nid d'abeilles (et dans le cas d'une structure à empilements de nids d'abeilles : au

25 moins le dernier, celui qui est en surface du tube à paroi structurée) d'une couche de finition telle que décrite précédemment. De manière tout particulièrement préférée, le nid d'abeilles comprend au moins une couche de finition solidaire de la feuille du côté opposé à celui destiné à être solidarisé au mandrin tubulaire, cette couche comprenant une feuille qui est fixée au nid d'abeilles à l'aide d'un

30 adhésif, de préférence d'un adhésif souple (c.à.d. flexible/élastique à température ambiante).

Les tubes à paroi structurée selon l'invention peuvent être utilisés dans toute application où la rigidité annulaire élevée présente un avantage. Ils conviennent particulièrement bien pour la décharge d'eaux usées et de pluie.

35 Quelle que soit leur utilisation, mais en particulier pour l'évacuation d'eaux usées ou de pluies, avant le raccordement des tubes entre eux (généralement via

- 11 -

des raccords spécifiques ou par tulipage), il peut être avantageux de remplir les cellules de nid d'abeille apparentes sur la tranche par une mousse ou un matériau de colmatage avant d'appliquer les raccords et/ou de pratiquer l'emboîtement.

REVENDEICATIONS

1. - Tube à paroi structurée en matière plastique comprenant un mandrin tubulaire en matière plastique et au moins une feuille en matière plastique ayant une structure alvéolaire en nid d'abeilles enroulée sur le mandrin de manière à ce que ses alvéoles soient disposées de manière radiale à la surface du mandrin, et rendue solidaire de ce dernier, ce tube étant caractérisé en ce que ses alvéoles sont asymétriques, c.à.d. ont une section dont l'enveloppe a un facteur de forme (défini comme étant le rapport entre sa dimension la plus importante et sa dimension la plus faible) plus grand que 1.
2. - Tube selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le mandrin tubulaire comprend une couche interne épaisse à base de matière(s) plastique(s) et une couche de surface plus mince servant d'adhésif lors de la solidarisation du nid d'abeille.
3. - Tube selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la feuille en nid d'abeilles comprend également au moins une couche interne à base de matière(s) plastique(s) et au moins une (voire 2) couche(s) de surface à base d'un adhésif.
4. - Tube selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les matières plastiques du mandrin tubulaire et de la feuille en nid d'abeilles sont identiques ou compatibles.
5. - Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe des sections des alvéoles de la feuille a un facteur de forme au moins égal à 1.5.
6. - Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une couche de finition solidaire de la feuille en nid d'abeilles du côté opposé à celui où est solidarisé le mandrin tubulaire.
7. - Tube selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche de finition comprend une feuille à base de matière(s) plastique(s) comprenant une couche épaisse et une couche plus mince, cette dernière étant à base d'un adhésif par lequel la feuille de finition est fixée sur la feuille en nid d'abeilles.

- 13 -

8. - Tube selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le mandrin tubulaire et la feuille en nid d'abeilles sont à base de PVC, et en ce que la couche de finition comprend une feuille de PVC additionné de fibres de verre longues coupées et distribuées de façon aléatoire.

5 9. - Procédé pour la fabrication d'un tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel on enroule autour d'un mandrin tubulaire en matière plastique et on solidarise à celui-ci, au moins une feuille en matière plastique ayant une structure en nid d'abeilles avec des alvéoles asymétriques et ce de manière à ce que ces alvéoles soient disposées de manière radiale à la
10 surface du mandrin.

10. - Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la feuille en nid d'abeilles est obtenue par extrusion de lamelles de matière plastique fondue qui sont soudées par intermittence.

15 11. - Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la feuille en nid d'abeilles est fabriquée par coextrusion de manière à ce que ses alvéoles comprennent trois couches : une couche centrale (relativement épaisse) et deux couches de surface (relativement plus minces) à base d'adhésif.

20 12. - Procédé selon la revendication 10 ou 11, dans lequel la feuille en nid d'abeilles a subi un étirement perpendiculairement à sa direction d'extrusion et ce en ligne avec ladite extrusion.

13. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel le mandrin tubulaire est obtenu par (co)extrusion, est calibré et débité à la longueur souhaitée en ligne, et est ensuite muni de la feuille en nid d'abeilles.

25 14. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, caractérisé en ce que la feuille en nid d'abeilles comprend au moins une couche de finition qui lui est solidaire du côté opposé à celui destiné à être solidarisé au mandrin tubulaire et en ce que cette couche de finition comprend un film fixé sur la feuille en nid d'abeilles à l'aide d'un adhésif souple.

30 15. - Utilisation d'un tube à paroi structurée selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 ou obtenu par un procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, pour la décharge d'eaux usées ou de pluie.

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 706538
FR 0851695

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	US 2 815 795 A (VANDER POEL FREDERICK T) 10 décembre 1957 (1957-12-10)	1-7,9, 14,15	F16L9/133 B32B1/08
Y	* colonne 2, ligne 27 - colonne 3, ligne 26; figures 1,2,4 *	8,10-13	B32B3/12 B29C63/06
Y,D	----- WO 2007/020279 A (SOLVAY [BE]; DEHENNAU CLAUDE [BE]; GRANDJEAN DOMINIQUE [BE]; HENRARD P) 22 février 2007 (2007-02-22) * alinéas [0069] - [0077]; revendication 1 *	8,10	
Y,D	----- WO 2006/106101 A (SOLVAY [BE]; DEHENNAU CLAUDE [BE]; GRANDJEAN DOMINIQUE [BE]; LENG PHIL) 12 octobre 2006 (2006-10-12) * alinéa [0031]; revendications 1,8,9 *	11	
Y,D	----- WO 2007/110370 A (SOLVAY [BE]; DEHENNAU CLAUDE [BE]; GRANDJEAN DOMINIQUE [BE]; LENG PHIL) 4 octobre 2007 (2007-10-04) * page 1, ligne 17 - page 2, ligne 36 *	12,13	
A	----- US 6 183 836 B1 (PFLUG JOCHEN [DE]) 6 février 2001 (2001-02-06) * colonne 9, ligne 18 - ligne 28; figure 30 *	1,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F16L B29C B32B
A	----- US 5 894 045 A (DESRONDIERS BERNARD R [US]) 13 avril 1999 (1999-04-13) * colonne 3, ligne 10 - ligne 23; figure 6 *	1,9	
A	----- JP 62 257835 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 10 novembre 1987 (1987-11-10) * abrégé; figures 1,2 *	2-4,6-8	
A	----- US 4 563 321 A (GESSFORD JAMES D [US]) 7 janvier 1986 (1986-01-07) * colonne 4, ligne 4 - colonne 5, ligne 15; figure 5 *	2-4,6-8	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 janvier 2009		Mauriès, Laurent	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0851695 FA 706538**

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 **28-01-2009**

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
US 2815795 A	10-12-1957	AUCUN	
WO 2007020279 A	22-02-2007	EP 1924420 A1 KR 20080034164 A	28-05-2008 18-04-2008
WO 2006106101 A	12-10-2006	CN 101155680 A EP 1868800 A1 FR 2883791 A1 JP 2008536712 T US 2008193711 A1	02-04-2008 26-12-2007 06-10-2006 11-09-2008 14-08-2008
WO 2007110370 A	04-10-2007	EP 2001649 A1 FR 2899145 A1	17-12-2008 05-10-2007
US 6183836 B1	06-02-2001	AT 186497 T AU 6699996 A CA 2227176 A1 CN 1191508 A CZ 9800126 A3 WO 9703816 A1 EP 0839088 A1 HU 9802572 A2 JP 11509488 T NO 980197 A PL 324520 A1	15-11-1999 18-02-1997 06-02-1997 26-08-1998 17-06-1998 06-02-1997 06-05-1998 01-02-1999 24-08-1999 09-03-1998 08-06-1998
US 5894045 A	13-04-1999	AUCUN	
JP 62257835 A	10-11-1987	AUCUN	
US 4563321 A	07-01-1986	AUCUN	