



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
27.09.2006 Bulletin 2006/39

(51) Int Cl.:  
B22D 19/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 06111618.2

(22) Date de dépôt: 23.03.2006

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

Etats d'extension désignés:  
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: 24.03.2005 FR 0502917

(71) Demandeur: Société Nouvelle des Fonderies de  
Treveray  
55130 Treveray (FR)

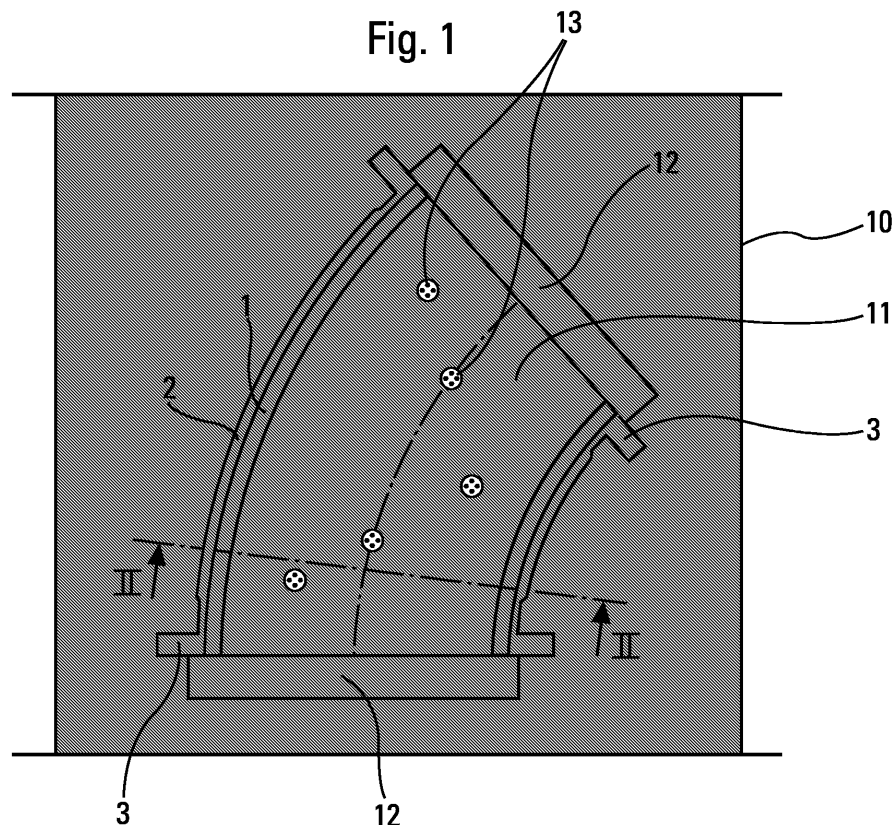
(72) Inventeur: Carbonnier, Christian  
Novagraaf Technologies  
57070 METZ (FR)

(74) Mandataire: Brungard, Yves Francois  
Cabinet Ballot - Novagraaf Technologies,  
9, rue Claude Chappe,  
Metz - Technopôle  
57070 Metz (FR)

(54) Pièce métallique résistante à l'usure de forme tubulaire, et procédé de fabrication par coulée d'une telle pièce.

(57) La pièce d'usure, telle qu'un élément de canalisation, comporte une paroi interne (1) en un premier métal résistant à l'abrasion et une paroi externe (2) en un deuxième métal résistant aux contraintes mécaniques

et aux chocs, les deux parois étant en contact intime au niveau de l'interface entre les dites parois, le dit contact intime résultant de la coulée du deuxième métal en fusion autour de la paroi interne (1) préfabriquée.



## Description

**[0001]** La présente invention concerne une pièce d'usure métallique de forme généralement tubulaire, dont la surface interne présente une résistance à l'abrasion élevée, et un procédé de fabrication par coulée d'une telle pièce d'usure.

Une telle pièce d'usure peut être notamment un élément de canalisation dans une installation de transport de fluides chargés et abrasifs, tels que par exemple des canalisations de transport des matériaux dans des opérations de dragage sous-marin. L'invention vise particulièrement des éléments de canalisation tels que coudes, dérivations en T ou Y, etc. Elle peut aussi s'appliquer à la réalisation d'autres pièces, telles que par exemple des corps de pompes ou autres éléments susceptibles d'être soumis à une forte abrasion interne. Les dimensions de telles pièces peuvent être par exemple, et de manière nullement limitative, de plus de 200 mm de diamètre, et dans le cas du dragage d'environ 700 à 1200 mm de diamètre ou même plus, avec des épaisseurs de paroi de plusieurs dizaines à quelques centaines de millimètres. Le poids de telles pièces peut couramment dépasser plusieurs tonnes.

Dans le domaine visé par l'invention, les pièces d'usure doivent dont seulement avoir une très bonne résistance à l'abrasion, mais également une résistance mécanique et particulièrement une résistance aux chocs importante. En effet, dans les effluents pompés lors des opérations de dragage, peuvent se trouver des matériaux non seulement abrasifs, mais également de dimensions et masses relativement importantes. Les parties non rectilignes des canalisations sont particulièrement soumises à l'abrasion, mais aussi aux chocs résultants des impacts des pierres ou matériaux similaires lourds et agressifs. Pour assurer une bonne résistance à l'abrasion, on utilise classiquement de la fonte, ou un acier dur à teneur en carbone élevée, de l'ordre de 1% par exemple. Mais de tels matériaux durs et résistants à l'abrasion sont généralement cassants, et donc ne résistent pas, ou au moins résistent mal, aux chocs ou autres contraintes mécaniques susceptibles de s'exercer sur les pièces considérées. Il est donc également connu d'assurer cette résistance mécanique complémentaire en entourant une pièce interne en fonte ou similaire par une pièce en acier qui peut avoir de moins bonnes caractéristiques de résistance à l'abrasion, mais une meilleure résistance mécanique. Cette pièce en acier sert par ailleurs à la fixation de la pièce sur les autres éléments de canalisation, par exemple en portant à ses extrémités des brides d'assemblage.

En prenant comme exemple un coude, la fabrication d'une telle pièce composite peut être actuellement réalisée de différentes façons. Après avoir fabriqué par moulage un coude en fonte, on place autour de celui-ci une coquille en acier mécano-soudée en acier à bas carbone, cette enveloppe constituant une protection externe pour le coude en fonte, et assurant sa tenue même en cas de

fortes contraintes mécaniques sur le coude ou de chocs violents produits à l'intérieur du coude. La coquille en acier peut être chemisée autour du coude, ou réalisée en deux demi-coquilles assemblées entre elles de part et d'autre du coude. Mais du fait des grandes dimensions des pièces et des dispersions dimensionnelles résultant des opérations de coulée du coude en fonte et de fabrication des coquilles, il n'est pas possible d'obtenir à des coûts raisonnables des coquilles s'adaptant précisément sur le coude en fonte.

La solution actuellement utilisée est de placer autour du coude en fonte, par exemple en fonte GX 260 CrMoNi 20.2.1 qui est une fonte alliée à forte résistance à l'usure, un coude en acier de plus grande dimension, en réservant un espace entre eux, puis, si cet espace est prévu suffisamment grand, de combler cet espace par un béton coulé. Une telle solution pose cependant des problèmes de mise en oeuvre, par la nécessité de fabriquer les deux coudes séparément, puis de les maintenir précisément en place l'un par rapport à l'autre lors de la coulée du béton, pour éviter d'éventuelles réductions d'espace-ment susceptible d'empêcher un remplissage correct en béton, etc. De plus, le béton n'assure pas par lui-même de résistance mécanique, et au cas où, suite à une forte usure du coude interne, celui-ci viendrait à être percé, il n'assure pas non plus de bonne résistance à l'abrasion. Tout ceci conduit à sur-dimensionner inutilement les pièces en augmentant l'épaisseur globale de la paroi.

Une autre méthode de fabrication connue consiste à placer à l'intérieur d'une pièce en acier mécaniquement résistant des plaquettes de revêtement en matériau résistant à l'abrasion, en les maintenant par exemple par vissage à partir de l'extérieur. Cette solution est également compliquée et coûteuse.

Dans le domaine des pièces bi-matériaux, et pour des coudes de nettement plus petites dimensions, il a déjà été proposé, par exemple par le document JP 02133161 qui concerne une pièce d'échappement de moteur thermique, de couler de la fonte autour d'un coude préformé en acier inoxydable. Une telle réalisation, outre ses dimensions très sensiblement plus petites que les pièces visées par l'invention, vise à fournir une plus grande résistance à l'oxydation par les gaz d'échappement, mais nullement une résistance à l'abrasion par des corps solides et abrasifs passant dans le coude, l'acier inoxydable ne présentant pas de caractéristiques anti-abrasion suffisantes.

**[0002]** Le document JP 10099960 décrit quant à lui un coude destiné à résister à l'usure, comportant une paroi de 10 à 30 mm d'épaisseur obtenue par coulée de fonte autour d'un coude en acier inoxydable de faible épaisseur, de l'ordre de 1 mm, à une température et de manière telle que se produise une interaction métallurgique entre l'acier et la fonte, des éléments durcisseurs de l'acier inoxydable diffusant dans la fonte pour former une couche de surface de dureté améliorée. Il s'agit donc ici plutôt d'un traitement de surface en moule de la fonte coulée pour accroître sa dureté, le coude interne en acier inoxy-

dable n'étant nullement, du fait de son matériau constitutif et de sa minceur, destiné à servir lui-même de couche d'usure.

Par ailleurs, on connaît aussi des méthodes de réalisation de tuyaux métalliques "bi-métalliques", c'est à dire comportant une couche externe faite d'un métal présentant certaines caractéristiques et une couche interne d'un autre métal présentant des caractéristiques différentes, adaptées à l'usage projeté. De tels tuyaux sont réalisés par coulée centrifuge, ce procédé ne pouvant pas être utilisé pour la fabrication de pièces qui ne sont pas de révolution, telles que les coudes ou autres pièces de raccordement visées par l'invention. De plus, le procédé de coulée centrifuge utilisée pour des pièces bi-matériaux génère un gradient de propriété dans l'épaisseur de la paroi formée, et, dans le cas des applications visées ici, conduirait à une réduction progressive de la dureté de la couche interne au niveau de l'interface entre les deux métaux à partir de l'intérieur. En cours d'utilisation, plus l'usure serait prononcée, moins le métal serait résistant à l'abrasion, ce qui n'est évidemment pas souhaitable.

**[0003]** La présente invention a pour but de résoudre les problèmes évoqués ci-dessus et vise particulièrement à fournir une pièce d'usure présentant de manière optimale une grande résistance à l'abrasion à l'intérieur et une résistance mécanique élevée à l'extérieur.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet une pièce d'usure métallique moulée, en particulier par moulage en sable, de forme généralement tubulaire, telle qu'un élément de canalisation, dont la surface interne présente une résistance à l'abrasion élevée, caractérisée en ce qu'elle comporte une paroi interne d'épaisseur supérieure ou égale à 20 mm, en un premier métal résistant à l'abrasion, de dureté supérieure ou égale à 55 HRC, et une paroi externe en un deuxième métal résistant aux contraintes mécaniques et aux chocs, les deux parois étant en contact intime, sans liaison ni interaction métallurgique, au niveau de l'interface entre les dites parois, le dit contact intime résultant de la coulée du deuxième métal en fusion autour de la paroi interne préfabriquée. Il est donc explicitement exclu de l'invention des pièces d'usures dont la paroi externe serait de faible épaisseur, ne permettant pas d'être réalisée par coulée en moule. Est de même exclu de l'invention des pièces d'usures dont la paroi interne serait d'une épaisseur trop faible pour assurer une durée de vie suffisante à la pièce en service et pour, lors de la fabrication, supporter sans déformations ou fusion la coulée du dit deuxième métal autour de la dite paroi. C'est pourquoi typiquement l'épaisseur de la paroi interne est supérieure ou égale à 20 mm.

Préférentiellement, le premier métal de la paroi interne est choisi parmi : les aciers et la fonte blanche alliée au chrome. On pourra par exemple utiliser un alliage de type Z100CD 6.1, présentant une dureté de plus de 55 HRc. Préférentiellement aussi, le deuxième métal de la paroi externe est un acier bas carbone, ayant typiquement une résistance limite à la traction Rm supérieure ou égale à

500 MPa, un allongement à la rupture A supérieur ou égal à 22%, et une résilience KV supérieure ou égale à 40 joules, assurant une bonne résistance mécanique, en particulier aux chocs susceptibles d'être provoqués lors de l'utilisation de l'élément de canalisation, typiquement un coude.

Grâce à l'invention, on obtient une pièce bi-matériau qui présente une résistance à l'abrasion optimale et constante sur toute l'épaisseur de la paroi interne, que l'on appellera aussi "blindage" par la suite. Il a ainsi été constaté expérimentalement que, dans le cas d'un coude de canalisation d'une installation de dragage, le taux d'usure a été amélioré de 40 % par rapport aux coudes réalisés selon l'art antérieur. Un autre avantage est que, du fait de la liaison très étroite entre le blindage et la paroi extérieure, appelée aussi "enveloppe" par la suite, et s'il se produit une fissuration ou même une casse d'éléments du dit blindage suite à des chocs violents provoqués par les matériaux dragués transportés, ces éléments de blindage cassés ou fissurés restent en place, fermement maintenus par l'enveloppe. Comparativement, dans les coudes selon l'art antérieur avec béton entre le blindage et l'enveloppe mécano soudée, le béton n'assurait pas durablement un maintien correct de tels éléments de blindage abîmés, notamment du fait de l'hétérogénéité des matériaux, et des inévitables mauvais contacts qui en résultent entre blindage en acier ou fonte et béton, laissant localement des espaces libres à l'interface, ou le blindage n'est alors pas soutenu et d'autant plus sensible à des chocs.

Contrairement à cela, l'enveloppe en acier à bas carbone de l'invention, en contact étroit avec le blindage, assure non seulement une résistance mécanique améliorée, mais agit aussi comme une sorte d'amortisseur de vibrations lorsque blindage est soumis à des chocs susceptibles de générer de telles vibrations du fait de la dureté du dit blindage. On notera incidemment qu'il n'y a pas, sauf de manière très localisée et exceptionnelle, de liaison d'accrochage ou liaison métallurgique entre le blindage et l'enveloppe au niveau de leur interface, telle qu'une liaison de fusion ou diffusion entre les deux métaux. En conséquence, il y a une transition brusque des caractéristiques de dureté au niveau de l'interface et, de même que la dureté du blindage n'est pas sensiblement influencée ni variable dans son épaisseur, par la coulée de l'enveloppe autour de celui-ci, il y a aussi conservation des caractéristiques mécaniques de l'enveloppe de manière sensiblement homogène dans toute son épaisseur.

**[0004]** Préférentiellement encore, la paroi interne est en un alliage ferreux comportant, en poids :

C : de 0,5 à 1,4 %  
Si : moins de 0,8 %  
Mn : moins de 1,1 %  
Mo : de 0,8 à 1,4 %  
Cr : de 5 à 8 %  
V : moins de 1 %

et la paroi externe est en acier comportant, en poids :

- C : moins de 0,2 %
- Si : de 0,2 à 0,8 %
- Mn : moins de 1,0 %

**[0005]** L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'une pièce d'usure telle que définie ci-dessus, ce procédé étant caractérisé en ce que :

- on réalise par coulée la paroi interne,
- on soumet la dite première paroi à un traitement thermique d'adoucissement visant à réduire sa dureté
- on place la dite première paroi ainsi traitée dans un moule préparé comportant une empreinte souhaitée pour l'enveloppe,
- on coule le métal constitutif de la deuxième paroi dans le dit moule, de manière à enrober la première paroi,
- et on soumet l'ensemble de la pièce bi-matériaux ainsi obtenue à un traitement thermique final de durcissement.

Selon une disposition particulière de l'invention, la première paroi est maintenue dans le moule utilisé pour la coulée de la deuxième paroi, par un noyau placé à l'intérieur de la dite première paroi et soutenu dans le moule par ses extrémités, et la première paroi est soutenue en complément par des supports en acier intégrés dans la deuxième paroi lors de la coulée de celle-ci.

**[0006]** Le traitement thermique d'adoucissement vise à réduire la dureté du blindage, pour faciliter la coulée ultérieure de l'acier de l'enveloppe sans engendrer de détérioration du blindage lors du contact avec l'acier en fusion de l'enveloppe, c'est à dire de manière à limiter les effets du choc thermique survenant à ce moment. Ce traitement de plus prépare le blindage au traitement de durcissement ultérieur, lequel vise précisément à conférer à nouveau une plus grande dureté au blindage, une fois l'enveloppe coulée. Ce deuxième traitement thermique a bien sûr également un effet de durcissement sur l'enveloppe, mais qui reste limité et sans être réellement préjudiciable pour ses caractéristiques mécaniques requises.

Le traitement thermique d'adoucissement est typiquement un traitement de recuit de perlitisation, dont les effets sont de réduire la dureté, typiquement à moins de 340HB, et d'améliorer la ductilité, pour réduire la tendance à génération de fissuration par contraintes internes dues à des différentiels de dilatation importants.

Le traitement thermique final de durcissement est typiquement un traitement de trempe, suivi d'un revenu de détente, visant à conférer au blindage une dureté adéquate, typiquement de 56 HRC au moins en tous points du blindage.

**[0007]** D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va être faite, uniquement à titre d'exemple, d'un coude bi-matériau conforme à l'in-

vention et de son procédé d'obtention.

**[0008]** On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- 5 - la figure 1 représente le coude, en coupe selon un plan axial montrant la structure bi-matériau de sa double paroi, le coude étant situé dans le moule de coulée de son enveloppe, dont le plan de joint est le dit plan axial,
- 10 - la figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1.

**[0009]** La pièce représentée figure 1 dans son moule 10, est un coude à 45°, par exemple de diamètre intérieur 700 mm, pour une canalisation utilisée lors d'une opération de dragage. L'épaisseur de sa paroi interne, ou blindage, 1 est typiquement de 35 mm ; celle de sa paroi externe, ou enveloppe, 2 est d'environ 30 mm, ces dimensions n'étant nullement limitatives. Par ailleurs, des brides de fixation 3 sont formées directement d'une pièce avec l'enveloppe 2, lors de la coulée en moule de l'enveloppe puis usinées par la suite.

Le blindage 1 est en un alliage ferreux très proche du Z100CD 6.1, ayant typiquement la composition, en poids,

- 25 C : de 0,9 à 1,2 %
- Si : de 0,4 à 0,6 %
- Mn : de 0,6 à 0,9 %
- 30 Mo : de 1,1 à 1,2 %
- Cr : de 6,0 à 6,6 %
- V : de 0,4 à 0,5 %
- Al : moins de 0,1 %

35 **[0010]** L'enveloppe 2 est en un acier à bas carbone de composition, en poids :

- 40 C : moins de 0,1 %
- Si : moins de 0,5 %
- Mn : moins de 0,9 %
- S : moins de 0,01 %
- P : moins de 0,02 %

et des traces d'autres éléments et impuretés inévitables.

45 L'enveloppe 2 enrobe le blindage 1 en étant directement à son contact, sans cependant fusion des matériaux des deux parois à l'interface. Un éventuel collage peut exister localement, résultant du procédé de fabrication qui va être décrit par la suite, mais un tel collage, s'il n'est pas nuisible en soi s'il reste limité, n'est nullement nécessaire ni recherché.

**[0011]** La fabrication du coude selon l'invention est effectuée selon le processus suivant.

**[0012]** En premier lieu, le blindage 1 est réalisé par 50 coulée en moulage sable traditionnel d'un alliage de type Z100CD 6.1, tel que précisé ci-dessus.

Le blindage coulé est ensuite classiquement ébarbé puis soumis à un traitement d'adoucissement, par un recuit

de perlitisations, par exemple avec un maintien à 900°C pendant 5 heures, suivi d'un refroidissement lent dans le four. Le but visé est de conférer au blindage, et dans toute son épaisseur, une plus grande ductilité, qui se traduit par une baisse de dureté à une valeur inférieure à 340HB, ou même préférentiellement à 230 HB.

La dureté du blindage est alors contrôlée, et le traitement renouvelé si besoin.

Un moule 10 est préparé, avec l'empreinte de l'enveloppe 2 souhaitée. On y place le blindage préparé comme indiqué ci-dessus, en le maintenant en position comme on le voit sur les figures, par un noyau 11 placé à l'intérieur du blindage 1 et reposant par ses extrémités débordantes 12 dans le sable du moule 10, de manière connue en moulage avec utilisation de noyaux. De plus, des supports 13 en acier de même nature que l'acier de l'enveloppe 2 sont disposés dans l'espace 2' existant entre l'empreinte de l'enveloppe réalisée dans le moule et le blindage 1, par exemple trois supports en dessous du blindage 1, par exemple trois supports en dessous du blindage et deux au-dessus comme illustré figure 1, pour compléter le centrage et le soutien du blindage avant la coulée de l'enveloppe. Ces supports 13 sont intégrés dans l'enveloppe 2 lors de la coulée de celle-ci.

On coule alors l'acier à bas carbone, par exemple de type G8Mn3, ayant une composition telle qu'indiqué préalablement, dans le moule et autour du blindage, de manière que l'acier coulé remplisse le moule en venant bien en contact avec le blindage, mais sans cependant provoquer de fusion de celui-ci. On notera que le blindage n'est pas préchauffé, ou seulement faiblement, par exemple à environ 100°C, par un simple soufflage d'air chaud visant à sécher le moule avant coulée de l'enveloppe 2. Il n'est pas en effet envisageable de préchauffer le blindage plus fortement, sans risque de détruire le moule dont la résine ne résiste que peu de temps à des températures de l'ordre de 200°C ou plus, ce qui implique par ailleurs d'effectuer la coulée rapidement.

Il résulte nécessairement de l'arrivée du métal en fusion dans l'espace 2' moule une certaine élévation de température du blindage 1, en particulier un échauffement plus élevé de la face extérieure du blindage que du côté intérieur jouxtant le noyau 11. Le choc thermique causé par le fort gradient de température qui peut alors s'établir dans le blindage pourrait alors provoquer dans celui-ci des fissurations rédhibitoires pour l'utilisation et la fiabilité ultérieure du coude. Le traitement de recuit préalable vise justement à éviter ces effets en donnant au blindage une meilleure ductilité, limitant ainsi les contraintes internes de dilatation différentielle dans l'épaisseur même du blindage, et évitant ainsi les risques de fissurations.

On notera par ailleurs que, même si le blindage n'était pas préalablement recuit ou l'était seulement partiellement, l'augmentation de température du blindage par l'arrivée de l'acier coulé à son contact, aurait aussi un effet de recuit, qui doit être nécessairement compensé par la trempe ultérieure qui sera indiquée par la suite. Mais cette sorte de "recuit" induit n'est pas non plus uniforme dans l'épaisseur du blindage et, sans recuit préa-

lable, il en résulterait aussi une hétérogénéité de caractéristiques, et de dureté en particulier, dans l'épaisseur du blindage, avec en particulier un adoucissement plus marqué vers l'interface avec l'enveloppe. Un tel adoucissement serait susceptible de provoquer des inconvénients similaires à ceux rencontrés dans le cas de la coulée centrifuge évoquée au début de ce mémoire. Le recuit préalable permet de limiter cette tendance et évite de trop grandes variations de caractéristiques dans l'épaisseur du blindage.

**[0013]** Après démoulage du coude bi-matériau obtenu et parachèvement, celui-ci est soumis à un traitement thermique de trempe à coeur comportant typiquement :

- 5 - une montée en température jusqu'à 980°C et un maintien de 2 heures à cette température pour assurer l'homogénéité dans toute l'épaisseur de la double paroi, et en particulier dans l'épaisseur du blindage, jusqu'à l'interface avec l'enveloppe,
- 10 - puis une trempe à l'eau, à l'huile ou polymère, en fonction des épaisseurs de paroi de la pièce considérée, et avec une sortie du bain lorsque la température de la pièce est de préférence inférieure à 170°C par exemple. L'objectif est que la trempe soit relativement sévère et complète dans l'épaisseur
- 15 jusqu'à l'interface entre blindage et enveloppe, pour obtenir une dureté typiquement d'au moins 56HRC en tous points du blindage, avec une telle dureté jusqu'au coeur de l'épaisseur, pour que la résistance
- 20 à l'usure du blindage, en cours d'utilisation, reste sensiblement constante, ou au moins sans réduction notable, lorsque l'épaisseur du blindage diminue, et cela jusqu'à l'interface avec l'enveloppe.

35 **[0014]** Optionnellement, un revenu de détente est réalisé, par un maintien à 180°C pendant 4 heures par exemple.

On procède ensuite aux opérations de contrôle de dureté, et de contrôle magnétoscopique pour vérifier la santé interne de la paroi bi-matériau du coude et l'absence d'éventuelles fissures ou autres défauts internes, et on effectue ensuite les usinages requis, notamment sur les brides.

45 **[0015]** On notera que l'utilisation d'un acier bas carbone pour l'enveloppe, peu sensible à la trempe, permet de conférer au coude la résistance mécanique et aux chocs requise, et de conserver une bonne usinabilité des brides et des trous réalisés dans ces brides, même après la trempe à coeur effectuée sur le coude après coulée

50 de l'enveloppe, cette trempe n'ayant pas ou peu d'effet sur l'enveloppe.

**[0016]** Il peut apparaître, suite à des effets de dilatation différentielle lors du refroidissement du coude après coulée de l'enveloppe, des fissurations extérieures dans la dite enveloppe. Du fait notamment de l'acier à bas carbone qui la constitue, il peut aisément y être remédié, sans nuire par ailleurs aux autres caractéristiques de la pièce, par des opérations de rechargement par soudage.

On veillera simplement alors à ne pas faire monter le blindage localement à une température trop élevée, pour ne pas risquer d'en amoindrir la dureté au niveau de l'interface avec l'enveloppe à proximité de la zone de réparation.

**[0017]** Les essais réalisés par les inventeurs ont permis de montrer des valeurs moyenne de résilience de 14 joules à 20°C, et des valeurs moyennes de dureté du blindage de l'ordre de 60,9 HRC.

**[0018]** L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus de pièces et de procédé de réalisation. On pourra en particulier appliquer l'invention pour d'autres pièces que des coudes, en particulier des dérivations en T ou Y par exemple, ou même d'autres pièces constituant des éléments de conduite devant résister intérieurement à l'abrasion. Egalement, les compositions des alliages utilisés ne sont pas limitatives et doivent s'entendre comme englobant les alliages présentant des caractéristiques similaires à celles des alliages indiqués. Les paramètres du procédé pourront aussi être adaptés, selon les connaissances classiques en matière de coulée et traitement thermique, dans la mesure où les paramètres choisis permettent d'obtenir les effets recherchés conformément aux indications exposées ci-dessus.

## Revendications

1. Pièce d'usure métallique moulée de forme généralement tubulaire, telle qu'un élément de canalisation, dont la surface interne présente une résistance à l'abrasion élevée, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une paroi interne (1) d'épaisseur supérieure ou égale à 20 mm en un premier métal résistant à l'abrasion de dureté supérieure ou égale à 55 HRC et une paroi externe (2) en un deuxième métal résistant aux contraintes mécaniques et aux chocs, les deux parois étant en contact intime mais sans liaison ni interaction métallurgique, au niveau de l'interface entre les dites parois, le dit contact intime résultant de la coulée du deuxième métal en fusion autour de la paroi interne (1) préfabriquée.
2. Pièce d'usure selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le premier métal de la paroi interne est choisi parmi : les aciers et la fonte blanche alliée au chrome.
3. Pièce d'usure selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la paroi interne est en un alliage ferreux comportant, en poids :
  - C : de 0,5 à 1,4 %
  - Si : moins de 0,8 %
  - Mn : moins de 1,1 %
  - Mo : de 0,8 à 1,4 %
  - Cr : de 5 à 8 %
  - V : moins de 1 %
4. Pièce d'usure selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la paroi externe est un acier bas carbone.
5. Pièce d'usure selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la paroi externe est en acier comportant, en poids :
  - C : moins de 0,2 %
  - Si : de 0,2 à 0,8 %
  - Mn : moins de 1,0 %
6. Procédé de fabrication d'une pièce d'usure selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** :
  - on réalise par coulée la paroi interne (1),
  - on soumet la dite paroi à un traitement thermique d'adoucissement visant à réduire sa dureté,
  - on place la dite première paroi ainsi traitée dans un moule préparé comportant une empreinte souhaitée pour l'enveloppe,
  - on coule le métal constitutif de l'enveloppe (2) dans le dit moule, de manière à enrober la première paroi,
  - et on soumet l'ensemble de la pièce bi-matériaux ainsi obtenue à un traitement thermique final de durcissement.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le traitement thermique d'adoucissement est un traitement de recuit de perlitisation.
8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le traitement thermique final de durcissement est un traitement de trempe à coeur.
9. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le traitement de trempe est suivi d'un revenu de détente.
10. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la première paroi (1) est maintenue dans le moule (10) utilisé pour la coulée de la deuxième paroi, par un noyau (11) placé à l'intérieur de la dite première paroi et soutenu dans le moule par ses extrémités (12), et la première paroi (1) est soutenue en complément par des supports en acier (13) intégrés dans la deuxième paroi (2) lors de la coulée de celle-ci.

Fig. 1

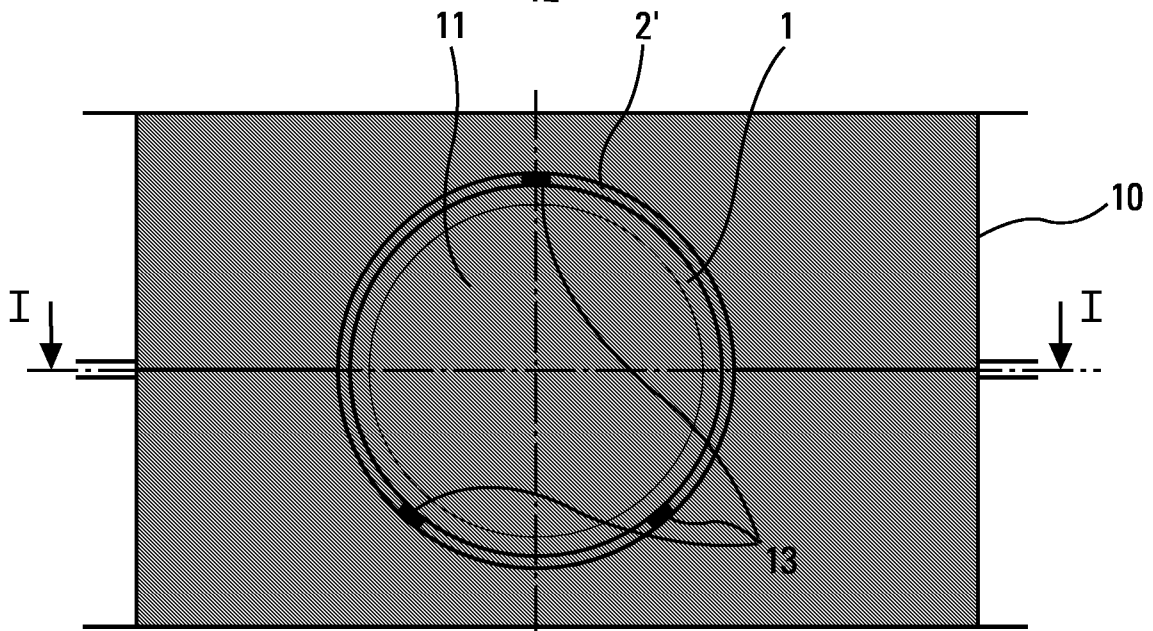
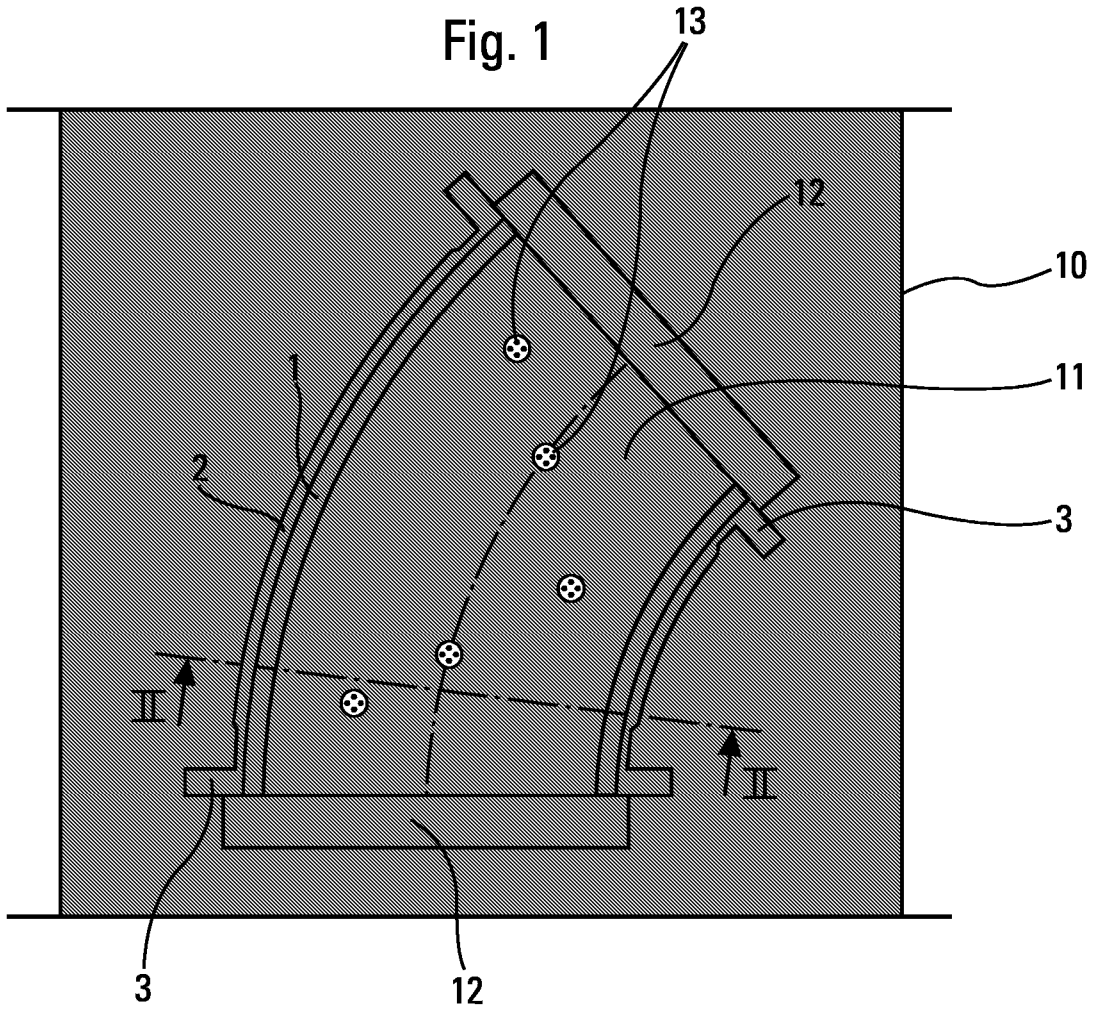


Fig. 2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 09, 31 juillet 1998 (1998-07-31) & JP 10 099960 A (HITACHI METALS LTD), 21 avril 1998 (1998-04-21) Note: une traduction par ordinateur est disponible à l'adresse internet <a href="http://dossier1.ipdl.ncipi.go.jp/AIPN/odse_top_dn.ipdl?N0000=7400">http://dossier1.ipdl.ncipi.go.jp/AIPN/odse_top_dn.ipdl?N0000=7400</a> N° à saisir sous "document number": H10-099960 * abrégé; figures 1-6 * * alinéas [0002], [0008], [0016] - [0018] *	1-5	INV. B22D19/16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 367 (M-1008), 9 août 1990 (1990-08-09) & JP 02 133161 A (KUBOTA LTD), 22 mai 1990 (1990-05-22) * abrégé; figure 1 *	1-5	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 085 (M-1087), 27 février 1991 (1991-02-27) & JP 02 303670 A (KUBOTA LTD), 17 décembre 1990 (1990-12-17) * abrégé; figure 1 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B22D
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 240 (M-336), 6 novembre 1984 (1984-11-06) & JP 59 120357 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 11 juillet 1984 (1984-07-11) * abrégé; figures 1-4 *	1-10	
A	US 3 568 723 A (DONALD MAURICE SOWARDS) 9 mars 1971 (1971-03-09) * colonne 1, ligne 5 - ligne 65 *	1-10	
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 15 mai 2006	Examineur Lombois, T
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 06 11 1618

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

15-05-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 10099960	A	21-04-1998	AUCUN	
JP 02133161	A	22-05-1990	AUCUN	
JP 02303670	A	17-12-1990	JP 2007362 C JP 7041397 B	11-01-1996 10-05-1995
JP 59120357	A	11-07-1984	AUCUN	
US 3568723	A	09-03-1971	BE 716963 A DE 1758532 A1 FR 1574933 A GB 1208148 A IL 29984 A LU 56303 A1 NL 6807943 A SE 353523 B	02-12-1968 21-01-1971 18-07-1969 07-10-1970 28-09-1972 30-09-1968 24-12-1968 05-02-1973

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

## EP 1 704 948 A1

### RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description

- JP 02133161 A [0001]
- JP 10099960 B [0002]