



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1010116A3

NUMERO DE DEPOT : 09600221

Classif. Internat. : B29C

Date de délivrance le : 06 Janvier 1998

---

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 13 Mars 1996 à 15H10 à l'Office de la Propriété Industrielle

## ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : KABELWERK EUPEN AG  
Malmedyer Strasse 9, B-4700 EUPEN(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : OVERATH Philippe, CABINET BEDE, Place de l'Alma, 3 - B 1200  
BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LE REFROIDISSEMENT INTERNE DE TUYAUX EN MATIERE PLASTIQUE.

INVENTEUR(S) : Pelzer Rudolf, auf der Pief 37, D-52134 Herzogenrath (DE); Zeller Manfred, Scherbstrasse 26a, D-57072 Aachen (DE); Kuhlert Karl, Hans-Böckler-Allee 36, D-52074 Aachen (DE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 06 Janvier 1998  
PAR DELEGATION SPECIALE :

COPIE

## DESCRIPTION

### **Procédé et dispositif pour le refroidissement interne de tuyaux en matière plastique**

La présente invention se rapporte à un procédé et un dispositif pour refroidir la paroi interne d'un tuyau en matière plastique lors de son extrusion, en particulier de tuyaux à paroi épaisse de haute qualité.

La nécessité de coupler, lors de l'extrusion au refroidissement externe classique de tuyaux en plastique à paroi épaisse, un refroidissement interne efficace a déjà été soulignée à maintes reprises. La littérature spécialisée décrit une multitude de procédés et de dispositifs qui n'ont toutefois pas encore fourni à ce jour une solution applicable et satisfaisante sur les plans technique et économique. En général, les procédés suivant l'état de la technique basés sur l'utilisation d'air, eau, gaz tel que azote ou CO<sub>2</sub>, ont buté sans cesse sur des problèmes divers: effets réfrigérants insuffisants, refroidissement asymétrique, solution inapplicable pour certaines applications, fortes altérations optiques ou gauchissements de la surface interne de la paroi des tubes.

Il est en effet impératif que l'on obtienne lors d'un refroidissement interne efficace d'un tuyau une atténuation maximale et une distribution favorable des contraintes dans la paroi du tube; en outre, il faudra un refroidissement rapide de la surface interne de la paroi, ainsi qu'un refroidissement rapide des couches internes de la paroi.

L'air atmosphérique peut faire figure d'agent ou gaz de refroidissement idéal. En effet, il est disponible partout, techniquement facile à mettre en oeuvre et inoffensif en cas de pannes ou de défauts. Toutefois, l'application d'un procédé basé sur l'air atmosphérique sur des tuyaux à parois épaisses n'a pas donné de satisfaction jusqu'à présent, étant donné qu'on n'a pas réussi à remplir les conditions techniques suivantes:

- les quantités d'air de refroidissement à mettre en oeuvre sont importantes, car la chaleur spécifique de l'air est relativement faible.
- le taux d'utilisation du potentiel de refroidissement du volume d'air amené doit être élevé; autrement dit, il faudrait que la majeure partie de ce volume  
5 participe à un échange intensif de chaleur avec la surface interne, très chaude, de la paroi du tube.
- l'échange de chaleur devrait être aussi intensif que possible, c'est-à-dire qu'il faut s'efforcer d'atteindre le coefficient de la transmission thermique (C.T.T.) le plus élevé possible.
- 10 - le parcours de refroidissement interne devrait être aussi long que possible afin de pouvoir extraire de la paroi du tube la quantité de chaleur nécessaire pour arriver à un refroidissement interne efficace, compte tenu de la mauvaise conduction thermique des matières plastiques et de la forte épaisseur de la paroi des tubes concernés.

15 L'invention a pour objet un procédé et un dispositif qui remplit les conditions requises, citées ci-dessus, pour obtenir un refroidissement interne efficace à l'air.

Suivant l'invention on refroidit le tuyau, produit à la sortie de l'extrudeuse avec une tête d'extrusion latérale (off-set), sur sa surface interne par  
20 de l'air qui s'écoule près de cette surface et on refroidit cet air qui s'échauffe par contact avec cette surface à l'aide d'un réfrigérant qui s'écoule en sens opposé. Le refroidissement de l'air pourra se faire, au moins sur une partie de la zone de refroidissement, sans contact direct entre l'air et le réfrigérant et sera réalisé de préférence à l'aide d'un liquide. L'eau sera dans la plupart des cas le liquide  
25 indiqué.

Lorsqu'on utilise l'eau on pourra suivant l'invention prévoir des perméabilités ou passages fins dans la paroi du circuit d'eau, de préférence dans la zone où l'air sera devenu le plus chaud (à partir du mi-parcours), de façon que l'eau rentre en contact avec l'air chaud et s'évapore. La chaleur nécessaire à  
30 l'évaporation de l'eau est retirée de l'air qui se refroidit donc et ainsi augmente sa capacité d'échange thermique.

On pourra réaliser ce type de refroidissement en glissant à l'intérieur du tuyau en formation, une structure à double paroi. L'écoulement de l'air se fera le long d'une espace annulaire situé entre la surface interne du tuyau  
35 et la paroi extérieure de la structure. L'écoulement du réfrigérant, par exemple

de l'eau, pourra se faire par un circuit d'alimentation passant par la partie central de la structure pour ensuite passer à l'intérieure de la structure à double paroi. Ce circuit pourra être pourvu de porosités ou d'autres passages réduits pour l'eau prévus dans une partie de la paroi extérieure de la structure. D'autres caractéristiques ressortiront des revendications et la description ci-après.

Avec un refroidissement de ce type on obtient:

- une amélioration sensible de la résistance à la pression interne ainsi qu'au fluage dans le temps des tuyaux à paroi épaisse communément utilisés comme conduites sous haute pression;
- 10 - une réduction de la valeur de retrait résiduel;
- une prévention d'excentricités internes ou de variations de l'épaisseur de la paroi qui dans les procédés connus résulte de la gravité agissant sur la masse de matière plastique qui reste en fusion assez longtemps à l'intérieur du tube;
- une prévention d'une dégradation oxydative des molécules de matière  
15 plastique de la face interne de la paroi du tube;
- un raccourcissement considérable des parcours de refroidissement, en particulier avantageux pour des installations à grand rendement dans des halls existants relativement courts.

L'invention sera décrite ci-après plus en détail à l'aide d'un exemple de mise en application en se référant au dessin annexé, qui représente une coupe transversale schématique d'un dispositif suivant l'invention.

En se référant à la figure unique, elle montre la masse plastifiée 3 de matière plastique acheminée en continu par une extrudeuse à tête latérale (non représentée) et préformée par un moule à injection composé d'un mandrin creux 1 et d'une matrice 2 pour être transformée en tuyau 7.

Le tuyau 7 en formation est introduit dans un calibre 4 d'un bassin de calibrage sous dépression 5 dans lequel il reçoit son diamètre extérieur exact. La surface externe du tuyau 7 est alors aspergée intensivement d'eau de refroidissement à l'aide de moyens de pulvérisation 6 disposés les uns derrière les autres dans le sens longitudinal le long de la zone de refroidissement.

La surface externe du tuyau étant refroidie graduellement, le tuyau 7 est ainsi rendu indéformable. Ce refroidissement externe est poursuivi tout au long du bassin 5, donc également le long de la zone qui suit la partie de calibrage à l'aide du calibre 4.

La tête d'extrusion latérale (off-set) est équipée d'un mandrin creux 1 ou d'un mandrin présentant une ouverture centrale. Cette ouverture est nécessaire pour pouvoir insérer le dispositif de refroidissement interne dans le tuyau à refroidir par l'amont, c'est-à-dire du côté extrudeuse. Le dispositif de refroidissement interne comprend un corps cylindrique à double paroi 8, maintenu en place à l'intérieur du tuyau 7 en formation par une structure tubulaire 9 formant l'alimentation du (des) réfrigérant(s). A l'intérieur du mandrin 1, la structure 9 est supportée et centrée par des anneaux 10.

Près de l'extrudeuse, le corps cylindrique à double paroi 8 comporte une partie conique 18 dont la pointe est orientée vers l'extrudeuse et qui a pour but de guider l'air de refroidissement et de réduire la résistance d'écoulement de cette air.

Cet air de refroidissement, qui est fourni par une soufflerie à haute pression, entre par la structure tubulaire 9 et est guidé par la partie conique 18 vers la zone 12 en forme d'espace annulaire délimité par la surface interne du tuyau 7 et la paroi extérieure 13 du corps cylindrique 8. Dans cette espace annulaire 12 l'air de refroidissement s'écoule à grande vitesse, par exemple à des vitesses se situant entre 50 m/s et 120 m/s.

Pour le passage de l'air de la structure tubulaire 9 vers l'espace annulaire 12, on prévoit, à proximité de la partie conique 18, des ouvertures 15 de forme allongée réparties uniformément sur le contour de la structure 9.

Avantageusement, la paroi externe 13 du corps cylindrique 8 comporte des fils tendus 26, enroulés, dans le but de créer une turbulence du flux d'air dans l'espace annulaire 12 et donc d'augmenter l'échange thermique entre l'air de refroidissement et la surface interne du tuyau 7 en formation.

Sur son parcours, entre l'entrée de l'espace annulaire 12 jusqu'à l'extrémité 21 du corps cylindrique 8, l'air, qui s'écoule en turbulence, refroidit la paroi interne du tuyau 7 et s'échauffe. Plus l'air s'échauffe moins sera la différence de température entre l'air et la paroi à refroidir et plus faible sera l'échange thermique.

Pour éviter un échauffement trop important de l'air de refroidissement, le corps cylindrique 8 comporte un circuit de réfrigérant, tel que de l'eau, ayant une entrée 24 de l'eau par la structure tubulaire 9, qui se prolonge, en substance, dans la partie centrale 17 du corps 8 et qui s'étend

jusqu'à l'extrémité 21 de ce corps, où le circuit forme une chambre 22. d'écoulement radial pour l'eau de refroidissement.

Cette eau de refroidissement continue son circuit par le passage 16, situé entre les parois double du corps cylindrique 8 pour retourner vers la  
5 partie conique 18 près de l'extrudeuse.

L'eau froide circulant dans ce circuit 24, 17, 22 et 16 s'écoule donc à contresens par rapport à l'air de refroidissement qui s'écoule dans l'espace annulaire 12 afin de refroidir l'air qui s'échauffe le long de son parcours dans la zone de refroidissement.

10 Au-delà de l'extrémité 21 du corps cylindrique 8, on peut avantageusement prévoir des ailettes 20 pour guider et orienter l'évacuation de l'air de refroidissement selon un tourbillon hélicoïdal. Ces ailettes 20 sont de préférence montées sur un tube conique 23 dont le diamètre diminue en s'écartant de l'extrémité 21 du corps cylindrique 8. Le diamètre extérieur des  
15 ailettes 20 correspond en substance au diamètre extérieur du corps 8 afin de maintenir un espace de refroidissement annulaire Sz constant.

Dans un but d'obtenir encore un échange de chaleur complémentaire, on prévoit à l'extrémité des ailettes 20 au moins une tête de vaporisation 19, qui peut être alimenté en direct par l'alimentation central 17 du  
20 circuit d'eau de refroidissement.

Cette vaporisation par la tête 19 humidifie l'air circulant dans la partie aval du corps cylindrique 8. Par le mouvement de tourbillon de cet air, provoqué par les ailettes 20, les gouttelettes d'eau sont projeté contre la surface interne, encore chaude, du tuyau 7.

25 L'eau qui vient en contact direct avec l'air de refroidissement échauffé, relativement sec, s'évapore au moins partiellement et la chaleur nécessaire à cette évaporation est retirée de l'air qui se refroidit . La différence de température entre l'air et la paroi du tuyau reste donc importante d'où un bon échange de chaleur complémentaire.

30 Outre l'évaporation directe des goulettes en contact avec l'air de refroidissement échauffé, venant de l'espace annulaire 12, on obtient également une évaporation des gouttelettes projetées contre la surface interne encore chaude du tuyau 7 en retirant encore des calories des zones internes de la paroi en matière plastique formant le tuyau 7.

Grâce au circuit d'eau de refroidissement, on peut également prévoir des perméabilités où passages fins dans la paroi extérieure du corps cylindrique 8, de préférence répartis dans la partie 26 où l'air sera devenu le plus chaud, c'est à dire vers la mi-parcours de la zone de refroidissement du tuyau 7.

5 Il est clair que l'invention n'est pas limitée par l'exemple de mise en application décrite ci-dessus et que de nombreuses variantes peuvent y être apportées par l'homme du métier. Ainsi par exemple, il n'est pas indispensable de prévoir un contact entre l'eau et l'air. Pour des tuyaux de relativement faible diamètre, par exemple moins de 10 cm, ce contact air/eau est superflu lorsque la  
10 vitesse d'air est suffisamment grande.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de refroidissement d'un tuyau en matière plastique lors de sa fabrication par extrusion suivant lequel on refroidit, le long d'une zone de refroidissement, aussi bien la surface externe que la surface interne de la paroi du tuyau en formation, caractérisé en ce qu'on fait circuler, dans un sens, un gaz de refroidissement près de la paroi interne du tuyau et en ce qu'on refroidit ce gaz, qui s'échauffe en contact avec cette paroi, à l'aide d'un réfrigérant qui s'écoule en sens opposé.

10

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz est de l'air et en ce que le réfrigérant est un liquide.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le réfrigérant circule, au moins sur la moitié de la zone de refroidissement, dans un circuit en substance sans contact direct avec l'air.

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le réfrigérant circule, en substance à partir de la moitié de la zone de refroidissement, dans un circuit qui comporte des perméabilités de façon que le réfrigérant puisse se mélanger avec le gaz de refroidissement réchauffé.

5. Dispositif de refroidissement de la paroi d'un tuyau (7) en matière plastique lors de sa fabrication par extrusion à l'aide d'une tête d'extrusion latérale (1, 2), muni de moyens (6, 8) pour aussi bien refroidir la surface extérieure que la surface intérieure de la paroi du tuyau (7), caractérisé en ce qu'il comporte un corps (8) à double paroi, qui s'étend axialement à l'intérieur du tuyau (7) en formation, de manière à créer une espace annulaire (zone 12) située entre la paroi intérieure du tuyau et la surface extérieure du corps (8) dans lequel on fait circuler un gaz de refroidissement et des moyens pour faire circuler un réfrigérant dans un circuit comprenant un passage (17) à l'intérieur du corps (8) et un passage (16) à l'intérieur de la paroi double du corps (8) dans lequel le réfrigérant circule en sens inverse par rapport au gaz de refroidissement.

35

6. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le corps (8) à double paroi est maintenu en place par une structure tubulaire (9) qui s'étend au travers du mandrin (1) de l'extrudeuse à tête latérale et qui comporte des passages (15) pour le gaz de refroidissement et une canalisation (24) pour le réfrigérant.

7. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le corps (8) à double paroi présente une forme cylindrique qui se termine, du côté de la structure tubulaire (9), en forme de cône (18) et à l'extrémité (21), du côté opposé à la structure tubulaire (9), par une chambre (22) formant une espace d'écoulement radiale pour le réfrigérant.

8. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que le circuit du réfrigérant comporte un passage (24), à l'intérieur de la structure tubulaire (9), un passage (17) à l'intérieur du corps cylindrique (8), la chambre (22) et le passage (16) situé entre les parois doubles du corps (8).

9. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la surface externe du passage (16) du circuit du réfrigérant comporte, sur une partie située entre la chambre (22) et en substance la moitié de la zone de refroidissement, des porosités ou passages fins pour un contact direct entre le réfrigérant et le gaz de refroidissement circulant dans l'espace annulaire (12) entre le corps (8) et la paroi intérieure du tuyau (7).

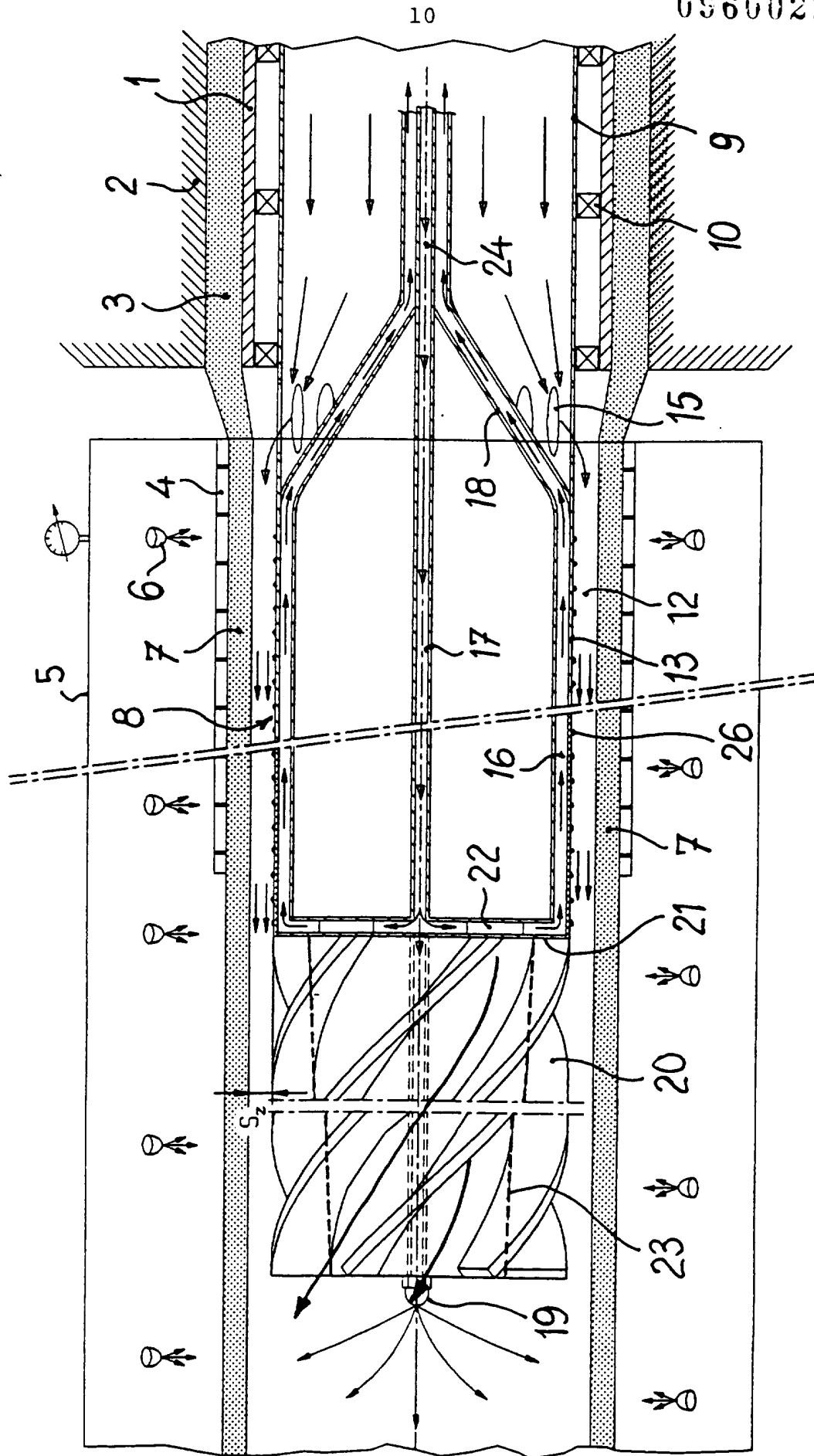
10. Dispositif suivant une ou plusieurs des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que la surface externe de la paroi double du corps (8) comporte des fils tendus, enroulés, (26) provoquant des turbulences dans l'écoulement du gaz de refroidissement à l'intérieur de l'espace annulaire (zone 12).

11. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que au-delà de l'extrémité libre (21) du corps cylindrique (8) sont prévu des ailettes (20) pour guider et orienter l'écoulement du gaz de refroidissement selon un tourbillon hélicoïdal.

12. Dispositif suivant la revendication 11, caractérisé en ce que les ailettes (20) sont montées sur un tube conique (23) dont le diamètre diminue en s'écartant de l'extrémité (21) du corps (8).

5 13. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que au-delà de l'extrémité libre (21) du corps cylindrique (8) sont prévus des moyens de vaporisation (19) alimenté par un réfrigérant provenant de l'intérieur du corps cylindrique (8).

10 14. Dispositif suivant la revendication 13, caractérisé en ce que les moyens de vaporisation (19) sont alimentés par le circuit de réfrigérant (17) circulant dans le corps cylindrique (8) pour refroidir le gaz circulant dans l'espace annulaire (12) entre le corps (8) et la surface interne du tuyau (7) en formation.





Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
de la loi belge sur les brevets d'invention  
du 28 mars 1984

Numero de la demande  
nationale

B0 5979  
BE 9600221

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                             | Revendication<br>concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA<br>DEMANDE (Int.Cl.6)       |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | DE-A-25 23 975 (VEBA CHEMIE AG) 16<br>Décembre 1976<br>* page 4, ligne 12 - ligne 30 *<br>* figure *           | 1-3                                                                                                                                                                                                                                                                         | B29C47/88                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | ---                                                                                                            | 5-8,11                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | US-A-3 299 192 (JOHN H. LUX)<br><br>* colonne 5, ligne 12 - ligne 21 *<br>* figure 1 *                         | 1,2,4-7,<br>9                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                    | EP-A-0 614 749 (EUPEN KABELWERK) 14<br>Septembre 1994<br>* revendications 1-10; figures 1-3 *                  | 11-14                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | DE-A-25 06 517 (BARMAG BARMER MASCHF) 2<br>Septembre 1976<br>* page 10, ligne 3 - ligne 7 *<br>* figures 1-3 * | 6,10                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | WO-A-87 04113 (UPONOR AB) 16 Juillet 1987<br>* figure 2 *                                                      | 5,7                                                                                                                                                                                                                                                                         | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.Cl.6) |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | FR-A-1 570 487 (SIDEL) 13 Juin 1969<br>* page 2, ligne 8 - ligne 31 *<br>* revendications 1-5; figures 1,2 *   | 4,9                                                                                                                                                                                                                                                                         | B29C                                         |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                              |
| 13 Novembre 1996                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                | Jensen, K                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                              |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                              |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la<br>date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                              |

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

BO 5979  
BE 9600221

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche 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.

13-11-1996

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)                                                                                                               | Date de<br>publication                                                                                   |
|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DE-A-2523975                                    | 16-12-76               | BE-A- 842313<br>CH-A- 605087<br>FR-A- 2312355<br>LU-A- 75047<br>NL-A- 7605758<br>SE-A- 7606074                                                        | 16-09-76<br>29-09-78<br>24-12-76<br>21-01-77<br>02-12-76<br>01-12-76                                     |
| US-A-3299192                                    | 17-01-67               | AUCUN                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
| EP-A-0614749                                    | 14-09-94               | BE-A- 1006729<br>US-A- 5422063                                                                                                                        | 29-11-94<br>06-06-95                                                                                     |
| DE-A-2506517                                    | 02-09-76               | AUCUN                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
| WO-A-8704113                                    | 16-07-87               | AU-B- 591693<br>AU-A- 6134386<br>CA-A- 1275773<br>DE-A- 3622775<br>EP-A- 0290429<br>JP-T- 63503296<br>NL-A- 8601946<br>SU-A- 1565342<br>US-A- 4867928 | 14-12-89<br>28-07-87<br>06-11-90<br>16-07-87<br>17-11-88<br>02-12-88<br>03-08-87<br>15-05-90<br>19-09-89 |
| FR-A-1570487                                    | 13-06-69               | AUCUN                                                                                                                                                 |                                                                                                          |