

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 953 651 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

03.11.1999 Bulletin 1999/44

(51) Int Cl.⁶: C21D 8/06, C22C 38/42

(21) Numéro de dépôt: 99400979.3

(22) Date de dépôt: 22.04.1999

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 29.04.1998 FR 9805356

(71) Demandeurs:

- UGINE-SAVOIE IMPHY
73400 Ugine (FR)
- Sprint Métal - Société de Production
Internationale de Tréfiles
92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeurs:

- Hauser, Jean-Michel
73400 Ugine (FR)
- Marandel, Joel
58640 Varennes Vauzelles (FR)

(74) Mandataire: Neyret, Daniel Jean Marie
USINOR

Direction Propriété Industrielle
Immeuble Pacific
11, cours Valmy - TSA 10001
La Défense 7
92070 La Défense Cedex (FR)

(54) **Acier inoxydable pour l'élaboration de fil tréfilé en acier inoxydable, notamment de fil de renfort de pneumatique et fil obtenu par le procédé**

(57) Procédé d'élaboration d'un fil tréfilé, notamment de fil de renfort de pneumatique de diamètre inférieur à 0,4 mm par tréfilage d'un acier de composition pondérale suivante: 0,005% ≤ carbone ≤ 0,050%; 0,005% ≤ azote ≤ 0,050%; 0,1% ≤ silicium ≤ 2,0%; 0,1% ≤ manganèse ≤ 5%; 5% ≤ nickel ≤ 12%; 10% ≤ chrome ≤ 20%; 0,01% ≤ cuivre ≤ 4%; 0,01% ≤ molybdène ≤ 3%, le fil de base étant soumis à:

- un tréfilage sous un taux de déformation cumulé ϵ supérieur à 2 et inférieur à 4
- un traitement de recuit intermédiaire à plus de 700°C,
- un tréfilage final, sous un taux de déformation cumulé ϵ inférieur à 4,5 et supérieur à 3.

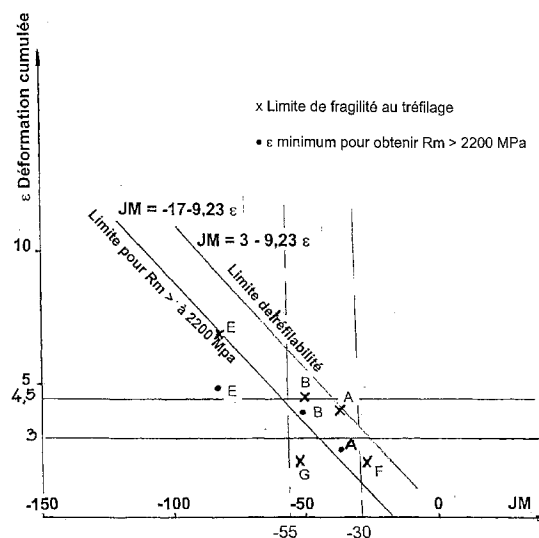


Fig 1

EP 0 953 651 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé d'élaboration d'un fil tréfilé, notamment de fil de renfort de pneumatique de diamètre inférieur à 0,3 mm, par tréfilage d'un fil-machine de base d'un diamètre supérieur à 5 mm ou d'un fil de base préalablement tréfilé.

[0002] Les fils métalliques de renfort d'élastomères pour pneumatiques, pouvant être utilisés dans le domaine de la réalisation de pièces soumises à la fatigue, doivent présenter, un faible diamètre, généralement compris entre 0,1 mm et 0,4 mm, et des caractéristiques mécaniques élevées. La charge à la rupture en traction peut être supérieure à 2200 MPa, la ductilité résiduelle, mesurée par la striction en traction, la torsion ou par test de bouclage doit être non nulle, la limite d'endurance en fatigue par flexion rotative ou alternée doit être supérieure à 1000 MPa.

[0003] Ces caractéristiques sont nécessaires pour supporter les efforts statiques ou alternés auxquels le fil est soumis dans les assemblages incorporés aux pneumatiques.

[0004] En outre, le tréfilage du fil d'acier inoxydable jusqu'au diamètre compris entre 0,1 et 0,4 mm doit être possible dans des conditions industrielles, c'est à dire avec des fréquences de casse aussi faibles que possible.

[0005] La demande de brevet FR 93 12 528 traite de l'utilisation d'un fil d'acier inoxydable de diamètre compris entre 0,05 mm et 0,5 mm dont la résistance à la rupture R_m est supérieure à 2000 MPa. L'acier dont est composé le fil contient dans sa composition au moins 50% de martensite obtenue, par tréfilage, sous un taux de réduction supérieur à 2,11 avec des recuits intermédiaires, la somme des teneurs en nickel et chrome étant comprise entre 20% et 35%.

[0006] Le brevet N° 97 01 858 traite de l'élaboration d'un fil en acier inoxydable austénitique à l'état de fil tréfilé écroui contenant une certaine proportion de martensite formée lors du tréfilage, le tréfilage étant effectué sans recuit, avec un taux de réduction cumulé supérieur à 6.

[0007] On entend par déformation cumulée par tréfilage ϵ , la valeur du logarithme népérien du rapport des sections initiale et finale. ($\epsilon = \text{Log} [S_0/S_f]$)

[0008] Le procédé décrit spécifie des compositions particulièrement stables vis-à-vis de la martensite d'écrouissage qui permettent l'obtention de charges à la rupture supérieures à 2200 MPa lorsque la déformation cumulée est très élevée et supérieure à 6.

[0009] Les renforts de pneumatiques sont généralement réalisés par toronnage de fils de diamètre compris entre 0,1 mm et 0,30 mm. Dans le cas des aciers inoxydables, une charge à la rupture de 2200 MPa est suffisante compte tenu du fait que le comportement en service de l'acier n'est pas, ou seulement faiblement, dégradé par l'environnement humide.

[0010] Des charges à la rupture supérieures peuvent être intéressantes industriellement mais on rencontre des difficultés dans l'élaboration par tréfilage des fils à très hautes caractéristiques mécaniques car ceux ci deviennent cassants, notamment par un excès de martensite.

[0011] Il peut être utile de proposer aux fabricants de renforts de pneumatiques des fils aciers susceptibles d'être transformés sur leurs équipements, en prenant en compte des opérations de traitements physiques ou chimiques qui leur sont propres.

[0012] L'invention a pour but l'élaboration d'un fil tréfilé, notamment de fil de renfort de pneumatique de diamètre inférieur à 0,4 mm par tréfilage d'un fil-machine de base de diamètre supérieur ou égal à 5 mm ou d'un fil de base préalablement tréfilé en acier de composition donnée, et comportant une caractéristique mécanique en charge à la rupture supérieure à 2200 MPa et de préférence supérieure à 2400 MPa sans caractère de fragilité, c'est à dire comportant une striction non nulle en traction.

[0013] L'invention a pour objet un procédé d'élaboration d'un fil tréfilé, notamment de fil de renfort de pneumatique de diamètre inférieur à 0,4 mm par tréfilage d'un fil-machine de base d'un diamètre supérieur à 5 mm ou d'un fil de base préalablement tréfilé d'un acier de composition pondérale suivante:

$$0,005\% \leq \text{carbone} \leq 0,050\%$$

$$0,005\% \leq \text{azote} \leq 0,050\%,$$

$$\text{le carbone et azote satisfaisant de préférence la relation } C\% + N\% \leq 60 \cdot 10^{-3}\%$$

$$0,1\% \leq \text{silicium} \leq 2,0\%,$$

$$0,1\% \leq \text{manganèse} \leq 5\%,$$

$$5\% \leq \text{nickel} \leq 12\%,$$

$$10\% < \text{chrome} \leq 20\%$$

$$0,01\% \leq \text{cuivre} \leq 4\%$$

$$0,01\% \leq \text{molybdène} \leq 3\%,$$

$$0,0001\% \leq \text{soufre} \leq 0,030\%,$$

$$0,005\% \leq \text{phosphore} \leq 0,10\%,$$

EP 0 953 651 A1

des impuretés inhérentes à la fabrication en teneur inférieure à 0,5% pour chaque élément et inférieure à 1% au total, la composition satisfaisant la relation suivante:

5
$$JM = 551 - 462 * (C\% + N\%) - 9,2 * Si\% - 20 * Mn\% - 13,7 * Cr\% - 29 * (Ni\% + Cu\%) - 18,5 * Mo\% ,$$

avec $-55 < JM < -30$,
le fil de base étant soumis à:

- 10 . un tréfilage préalable sous un taux de déformation cumulé E supérieur à 2 et inférieur à 4, pour obtenir un fil de diamètre compris entre 2 mm et 0,7 mm,
15 . un traitement de recuit intermédiaire à plus de 700°C permettant la reconstitution d'une structure adoucie principalement austénitique,
15 . éventuellement, un conditionnement avant réduction finale,
15 . un tréfilage final, sous un taux de déformation cumulé ϵ inférieur à 4,5 et supérieur à 3, pour obtenir un fil de diamètre compris entre 0,1 mm et 0,4 mm,
20 . le fil étant, pendant les deux opérations de tréfilage, maintenu à une température inférieure à 600°C, sans recuit entre les passes de tréfilage.

20 **[0014]** Les caractéristiques préférentielles de l'invention sont :

- . en outre, la composition satisfait la relation suivante:

25
$$JM = 551 - 462 * (C\% + N\%) - 9,2 * Si\% - 20 * Mn\% - 13,7 * \\ Cr\% - 29 * (Ni\% + Cu\%) - 18,5 * Mo\% ,$$

- 30 avec $-55 < JM < -30$, le taux de déformation au tréfilage étant lié à JM par la relation : $-9,23 \epsilon - 17 < JM < -9,23 \epsilon + 3$
30 . la composition comprend de 3% à 4% de cuivre.
30 . le conditionnement avant tréfilage final, est en outre, une opération de revêtement du fil recuit par un métal ou d'un alliage métallique choisi parmi : le cuivre, le laiton, le zinc.
35 . le traitement de recuit intermédiaire est réalisé à une température comprise entre 700°C et 1350°C en un temps adapté à la température et à la méthode de chauffage,
35 . le conditionnement avant tréfilage final, comprend, en outre, un traitement de diffusion à moins de 700°C, des dépôts de Cu, Zn, ou laiton sur fil recuit.

40 **[0015]** L'invention concerne également un fil d'acier obtenu par ce procédé à savoir un fil de renfort de pneumatique de diamètre inférieur à 0,4 mm obtenu par tréfilage d'un fil machine de base de diamètre supérieur à 5 mm ou d'un fil de base préalablement tréfilé caractérisé par la composition pondérale suivante:

45
$$0,005\% \leq \text{carbone} \leq 0,050\% \\ 0,005\% \leq \text{azote} \leq 0,050\% ,$$

le carbone et azote satisfaisant la relation $C\% + N\% \leq 60 \cdot 10^{-3}$, $0,1\% \leq \text{silicium} \leq 2,0\%$,

50
$$0,1\% \leq \text{manganèse} \leq 5\% , \\ 5\% \leq \text{nickel} \leq 12\% , \\ 10\% \leq \text{chrome} \leq 20\% \\ 0,01\% \leq \text{cuivre} \leq 4\% \\ 0,01\% \leq \text{molybdène} \leq 3\% , \\ 0,0001\% \leq \text{soufre} \leq 0,030\% , \\ 55 0,005\% \leq \text{phosphore} \leq 0,10\% ,$$

des impuretés inhérentes à la fabrication en teneur inférieure à 0,5% pour chaque élément et inférieure à 1% au total;

- le fil ayant subi, lors de son élaboration un recuit puis éventuellement, avant tréfilage final, un conditionnement

EP 0 953 651 A1

comprenant une opération de revêtement d'un métal ou d'un alliage métallique choisi parmi : le cuivre, le laiton, le zinc, pouvant être suivi d'un traitement de diffusion.

[0016] La description qui suit et les figures annexées, le tout donné à titre d'exemple non limitatif feront bien comprendre l'invention.

[0017] La figure 1 présente le taux maximum de déformation cumulé E qu'il est possible d'atteindre par tréfilage industriel entre les deux opérations de tréfilage, en fonction de l'indice JM défini par la relation satisfaisant la composition.

[0018] Le figure 2 présente, en fonction du taux de déformation cumulé ϵ l'évolution de la charge à la rupture, dans le procédé selon l'invention (acier A et B), comparées à celle d'aciers de référence, hors invention.

[0019] Le tréfilage d'un fil inoxydable de renfort dont le diamètre varie entre 0,1 et 0,4 mm, doit satisfaire une tenue en service du point de vue de l'endurance en fatigue en flexion ou en traction ou en torsion ainsi qu'une tenue à un environnement humide ou en sollicitation combinée: environnement humide et fatigue et frottement fil sur fil.

[0020] Le fil fin est réalisé par tréfilage à partir d'un fil machine ou d'un fil d'acier préalablement tréfilé. Du fait de la composition de l'acier, après tréfilage, le fil tréfilé final présente des propriétés améliorées de résistance en traction et une ductilité résiduelle suffisante pour sa mise en assemblage, par exemple sous la forme de nappes, de câbles.

[0021] Selon l'invention le tréfilage est réalisé avec un acier inoxydable de composition pondérale générale A et B présenté sur le tableau 1, les aciers C, E, F, G étant pris en référence.

Tableau 1

Acier	C	N	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	S	P	JM
A	0,023	0,032	0,38	0,54	18,2	10,0	0,36	0,23	0,0090	0,023	-36
B	0,024	0,024	0,47	1,24	18,3	9,7	0,31	0,39	0,0011	0,025	-50
C	0,011	0,027	0,40	1,83	17,2	8,1	3,24	0,36	0,0040	0,025	-78
E	0,011	0,016	0,35	0,54	17,1	9,5	3,16	0,19	0,0020	0,027	-81
F	0,085	0,038	0,85	1,05	17,5	8,2	0,38	0,21	0,0020	0,023	-27
G	0,082	0,045	0,67	0,78	18,5	8,8	0,34	0,20	0,0030	0,025	-52

[0022] L'invention permet de définir un acier inoxydable austénitique susceptible d'être tréfilé sans recuit depuis le fil machine de diamètre supérieur à 5 mm jusqu'à un diamètre compris entre 0,7 mm et 2 mm, puis, d'être recuit à ce diamètre intermédiaire, et, éventuellement revêtu, par exemple de laiton, et enfin d'être tréfilé à nouveau sans recuit, entre les passes de tréfilage, jusqu'à un diamètre final compris entre 0,4 mm et 0,1 mm. Ainsi, on obtient une caractéristique mécanique en charge à la rupture Rm supérieure à 2200 MPa, et de préférence, supérieure à 2400 MPa, sans caractère fragile. La composition selon l'invention satisfait à une relation JM compris dans un intervalle limité déterminé tel que pour des taux de réduction cumulée spécifiques lors du tréfilage final compris entre E supérieur à 3, (soit de 1,6 mm à moins de 0,357 mm; de 1,2 mm à moins de 0,268 mm; de 0,8 mm à moins de 0,179 mm), et E inférieur à 4,5, (soit de 1,6 mm à plus de 0,169 mm; de 1,2 mm à plus de 0,126 mm; de 0,8 mm à plus de 0,0084 mm), le tréfilage en direct de fil de diamètre final compris entre 0,1 mm et 0,4 mm soit possible sans fragilité excessive, avec une charge à la rupture supérieure à 2200 MPa.

[0023] Par tréfilage en direct, on entend une opération de tréfilage comprenant une succession de passes de tréfilage pour chacune desquelles la température d'engagement du fil est comprise entre la température ambiante et 200°C, sans qu'à aucun moment le fil ne soit porté à une température supérieure à 600°C.

[0024] Le tableau 1 présente, pour comparaison, des compositions aciers ne satisfaisant pas les caractéristiques de l'invention, (aciers C,E,F,G.).

[0025] Le tableau 2 présente quelques exemples de tréfilage sur des aciers selon l'invention et hors invention.

Tableau 2

Acier	Diamètre initial (mm)	Diamètre final (mm)	ϵ cumulé	Rm MPa	Martensite %	Tréfilage
A	4,36	1,19	2,60	2214	53	correct
	4,36	0,68	3,72	2500	69	casses
B	1,0	0,18	3,43	2064	-	correct
	5,67	1,0	3,47	1828	16	correct
C	5,56	0,59	4,49	2165	69	correct
	5,56	0,55	4,63	2211	72	-
	5,56	0,25	6,24	2666	87	casses

Tableau 2 (suite)

Acier	Diamètre initial (mm)	Diamètre final (mm)	ϵ cumulé	Rm MPa	Martensite %	Tréfilage
E	5,6	0,672	4,24	2069	62	correct
	5,6	0,355	5,52	2424	86	correct
	5,6	0,178	6,90	2644	90	casses
F	5,5	1,8	2,14	1950	22	qques casses
G	1,95	0,7	2,10	2064	35	qques casses

[0026] Avec les aciers A et B selon l'invention, on peut tréfiler, sans casses excessives lors du tréfilage, avec une déformation cumulée supérieure à 3 et obtenir des fils ayant une charge à la rupture supérieure à 2200 MPa avec des déformations cumulées inférieures à 4,5.

[0027] Avec l'acier E hors invention, dont le coefficient JM est inférieur à -55, on ne peut obtenir des charges à la rupture supérieures à 2200 MPa qu'avec une déformation cumulée supérieure à 4,6. Avec l'acier C, hors invention, dont le coefficient JM est inférieur à -55, il n'est pas possible d'obtenir des charges à la rupture supérieures à 2200 MPa, avec une déformation cumulée inférieure à 4,5.

[0028] Avec l'acier F, à forte teneur en carbone, hors invention, la fragilité est atteinte au tréfilage pour des déformations cumulées de 3, et il n'est pas possible d'atteindre un ϵ supérieur à 3.

[0029] Avec l'acier G, à forte teneur en carbone, hors invention, il en est de même, bien que l'indice JM se situe entre -30 et -55.

[0030] Le tréfilage du fil est réalisé de préférence sur une machine multipasses le fil étant, d'une part, lubrifié au savon ou au lubrifiant liquide, et d'autre part, contrôlé en température entre 20°C et 180°C.

[0031] Le fil peut également être laitonné entre les deux opérations de tréfilage. La couche de laiton améliore la capacité de tréfilage et l'adhésion du fil avec les élastomères des pneumatiques.

[0032] Du point de vue métallurgique, il est connu que certains éléments d'alliage entrant dans la composition des aciers favorisent l'apparition de la phase ferrite de structure métallographique de type cubique centré. Ces éléments sont dit alpha-gènes. Parmi ceux-ci figurent le chrome, le molybdène, le silicium.

[0033] D'autres éléments dits gamma-gènes favorisent l'apparition de la phase austénite de structure métallographique de type cubique à faces centrées. Parmi ces éléments figurent le carbone, l'azote, le manganèse, le cuivre, le nickel.

[0034] Le carbone, l'azote, le chrome, le nickel, le manganèse, le silicium sont les éléments habituels permettant l'obtention d'un acier inoxydable austénitique.

[0035] Il a été remarqué que les compositions formant une quantité excessive de martensite au tréfilage deviennent fragiles et cassantes au tréfilage. Cette quantité de martensite est fonction de la teneur totale en carbone et en azote de l'acier et est de l'ordre de 70% pour une teneur totale en carbone et azote inférieure ou égale à 0,060%, et par exemple, de 30% pour une teneur totale en carbone et azote d'environ 0,100%.

[0036] Selon l'invention, l'acier comporte une teneur totale en carbone et azote inférieure ou égale à 0,060%, les conditions de tréfilage satisfaisant la relation suivante :

$$-55 < JM < -30$$

[0037] On a également remarqué que les compositions ayant un indice JM supérieur à la valeur déterminée ci-dessus et une teneur totale en carbone et azote de l'ordre de 0,040% deviennent cassantes avant d'atteindre le tréfilage au diamètre final.

[0038] De la même manière, la présence en quantité excessive de silicium, c'est à dire en quantité supérieure à 2%, a pour effet de fragiliser le fil à l'état écroui par tréfilage en présence d'une quantité importante de martensite.

[0039] Les teneurs en manganèse, chrome, soufre, sont choisies en proportion pour générer des sulfures déformables de composition bien déterminée.

[0040] Le cuivre est ajouté à la composition de l'acier selon l'invention car il stabilise l'austénite et de ce fait, améliore les propriétés de déformation à froid. Cependant la teneur en cuivre est limitée à 4% pour éviter des difficultés de transformation à chaud car le cuivre, en quantité supérieure à 4%, abaisse sensiblement la limite supérieure de température de réchauffage de l'acier avant laminage, au delà de laquelle il y a fusion locale.

[0041] Selon une forme de l'invention la teneur en soufre doit être inférieure à 0,030% pour obtenir des inclusions de sulfure d'épaisseur ne dépassant pas 5 μ m sur produit laminé.

[0042] Les inclusions grossières de type oxydes et sulfures sont généralement considérées comme néfastes vis à vis des propriétés d'emploi dans le domaine du tréfilage en fil fin et dans le domaine de la tenue en fatigue, notamment, en flexion et/ou en torsion.

[0043] La composition de l'acier inoxydable selon l'invention, contenant plus de 5% de nickel, plus de 0,01% de cuivre, plus de 10% de chrome, une teneur totale en carbone et azote inférieure à 0,060%, un indice JM inférieur à

-30, peut être tréfilée selon le procédé de l'invention jusqu'au diamètre final avec un taux de casse réduit, le fil conservant des caractéristiques mécaniques qui permettent son usage dans le domaine du renfort des pneumatiques.

[0044] L'indice JM doit être compris dans l'intervalle -55 et -30. En effet, si JM est inférieur à -55, la quantité de martensite formée reste faible et la charge à la rupture ne peut atteindre des valeurs élevées supérieures à 2200 MPa, même après tréfilage final avec une déformation cumulée E voisine de 4,5.

[0045] Cette remarque justifie la limite de la teneur en chrome à moins de 20% et celle du total de cuivre et de nickel à moins de 16%.

[0046] Le procédé appliqué au tréfilage de l'acier inoxydable selon l'invention permet d'obtenir un fil comportant une excellente tenue en fatigue mesurée par flexion rotative avec une contrainte d'endurance à $2 \cdot 10^6$ cycles supérieure à 1000 MPa.

[0047] Le fil obtenu contient moins de 50% d'austénite ou plus de 50% de martensite. L'acier utilisé est à austénite légèrement instable avec une teneur totale en carbone et azote inférieure à 0,060%.

[0048] Le procédé selon l'invention à partir d'un acier de composition optimisée pour une déformation à froid et tréfilage en fil fin assure:

- . une faible tendance à la formation de martensite, formation en quantité suffisante pour durcir l'acier, et en quantité insuffisante pour provoquer une fragilisation du fil après tréfilage,
- . une consolidation très progressive de telle sorte que la résistance à la rupture peut être comprise entre 2200 MPa et 3000 MPa pour un fil tréfilé de 0,18 mm tréfilé depuis 5,5 mm avec un recuit intermédiaire, ou pour d'autres tréfilés obtenus avec un taux de réduction cumulé de 3 à 4,5 après le dernier recuit.

Revendications

1. Procédé d'élaboration d'un fil tréfilé, notamment de fil de renfort de pneumatique de diamètre inférieur à 0,4 mm par tréfilage d'un fil-machine de base d'un diamètre supérieur à 5 mm ou d'un fil de base préalablement tréfilé d'un acier de composition pondérale suivante :

$$0,005\% \leq \text{carbone} \leq 0,050\%$$

$$0,005\% \leq \text{azote} \leq 0,050\%,$$

$$\text{le carbone et azote satisfaisant de préférence la relation } C\% + N\% \leq 60 \cdot 10^{-3}\%$$

$$0,1\% \leq \text{silicium} < 2,0\%,$$

$$0,1\% \leq \text{manganèse} \leq 5\%,$$

$$5\% \leq \text{nickel} \leq 12\%,$$

$$10\% \leq \text{chrome} \leq 20\%$$

$$0,01\% \leq \text{cuivre} \leq 4\%$$

$$0,01\% \leq \text{molybdène} \leq 3\%,$$

$$0,0001\% < \text{soufre} \leq 0,030\%,$$

$$0,005\% \leq \text{phosphore} \leq 0,10\%,$$

des impuretés inhérentes à la fabrication en teneur inférieure à 0,5% pour chaque élément et inférieure à 1% au total, la composition satisfaisant la relation suivante :

$$JM = 551 - 462 \cdot (C\% + N\%) - 9,2 \cdot Si\% - 20 \cdot Mn\% - 13,7 \cdot$$

$$Cr\% - 29 \cdot (Ni\% + Cu\%) - 18,5 \cdot Mo\% ,$$

avec

$$-55 < JM < -30,$$

le fil de base étant soumis à :

- . un tréfilage préalable sous un taux de déformation cumulé ϵ supérieur à 2 et inférieur à 4, pour obtenir un fil de diamètre compris entre 2 mm et 0,7 mm,
- . un traitement de recuit intermédiaire à plus de 700°C, permettant la reconstitution d'une structure adoucie principalement austénitique,

- . éventuellement, un conditionnement avant réduction finale,
- . un tréfilage final, sous un taux de déformation cumulé E inférieur à 4,5 et supérieur à 3, pour obtenir un fil de diamètre compris entre 0,1 mm et 0,4 mm,
- . le fil étant, pendant les deux opérations de tréfilage, maintenu à une température inférieure à 600°C, sans recuit entre les passes de tréfilage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que en outre, la composition satisfait la relation suivante:

$$JM = 551 - 462 * (C\% + N\%) - 9,2 * Si\% - 20 * Mn\% - 13,7 *$$

$$Cr\% - 29 * (Ni\% + Cu\%) - 18,5 * Mo\% ,$$

avec $-55 < JM < -30$, le taux de déformation au tréfilage étant lié à JM par la relation :

$$-9,23 \leq JM < -9,23 \varepsilon + 3$$

3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la composition comprend de 3% à 4% de cuivre.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que le conditionnement avant tréfilage final, est en outre, une opération de revêtement d'un métal ou d'un alliage métallique choisi parmi : le cuivre, le laiton, le zinc.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le traitement de recuit intermédiaire est réalisé à une température comprise entre 700°C et 1350°C en un temps adapté à la température et à la méthode de chauffage.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que le conditionnement avant tréfilage final, comprend, en outre, un traitement de diffusion à moins de 700°C, des dépôts de cuivre, zinc, ou laiton sur fil recuit.

7. Fil d'acier obtenu par le procédé selon l'une des revendications 1 à 6, notamment fil de renfort de pneumatique, de diamètre inférieur à 0,4 mm obtenu par tréfilage d'un fil machine de base de diamètre supérieur à 5 mm ou d'un fil de base préalablement tréfilé caractérisé par la composition pondérale suivante:

$$0,005\% \leq \text{carbone} \leq 0,050\%$$

$$0,005\% \leq \text{azote} < 0,050\%,$$

$$\text{le carbone et azote satisfaisant de préférence la relation } C\% + N\% \leq 60 \cdot 10^{-3}\%$$

$$0,1\% \leq \text{silicium} \leq 2,0\%,$$

$$0,1\% \leq \text{manganèse} \leq 5\%,$$

$$5\% \leq \text{nickel} \leq 12\%,$$

$$10\% \leq \text{chrome} \leq 20\%$$

$$0,01\% \leq \text{cuivre} \leq 4\%$$

$$0,01\% \leq \text{molybdène} \leq 3\%,$$

$$0,0001\% \leq \text{soufre} \leq 0,030\%,$$

$$0,005\% \leq \text{phosphore} \leq 0,10\%,$$

des impuretés inhérentes à la fabrication en teneur inférieure à 0,5% pour chaque éléments et inférieure à 1% au total,

le fil ayant subit éventuellement, lors de son élaboration un conditionnement avant tréfilage final comprenant une opération de revêtement d'un métal ou d'un alliage métallique choisi parmi : le cuivre, le laiton, le zinc, pouvant être associé à un traitement de diffusion.

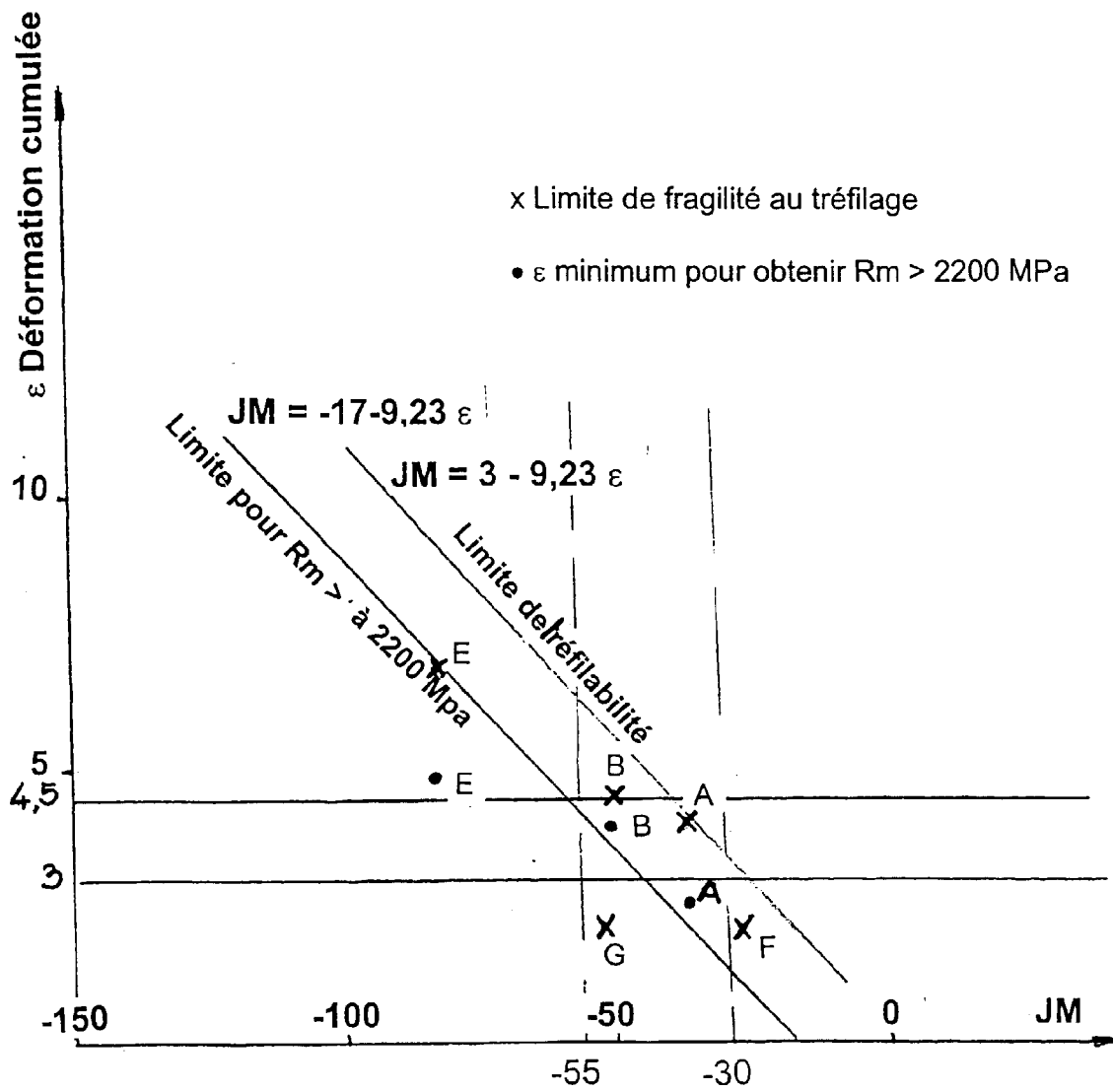


Fig 1

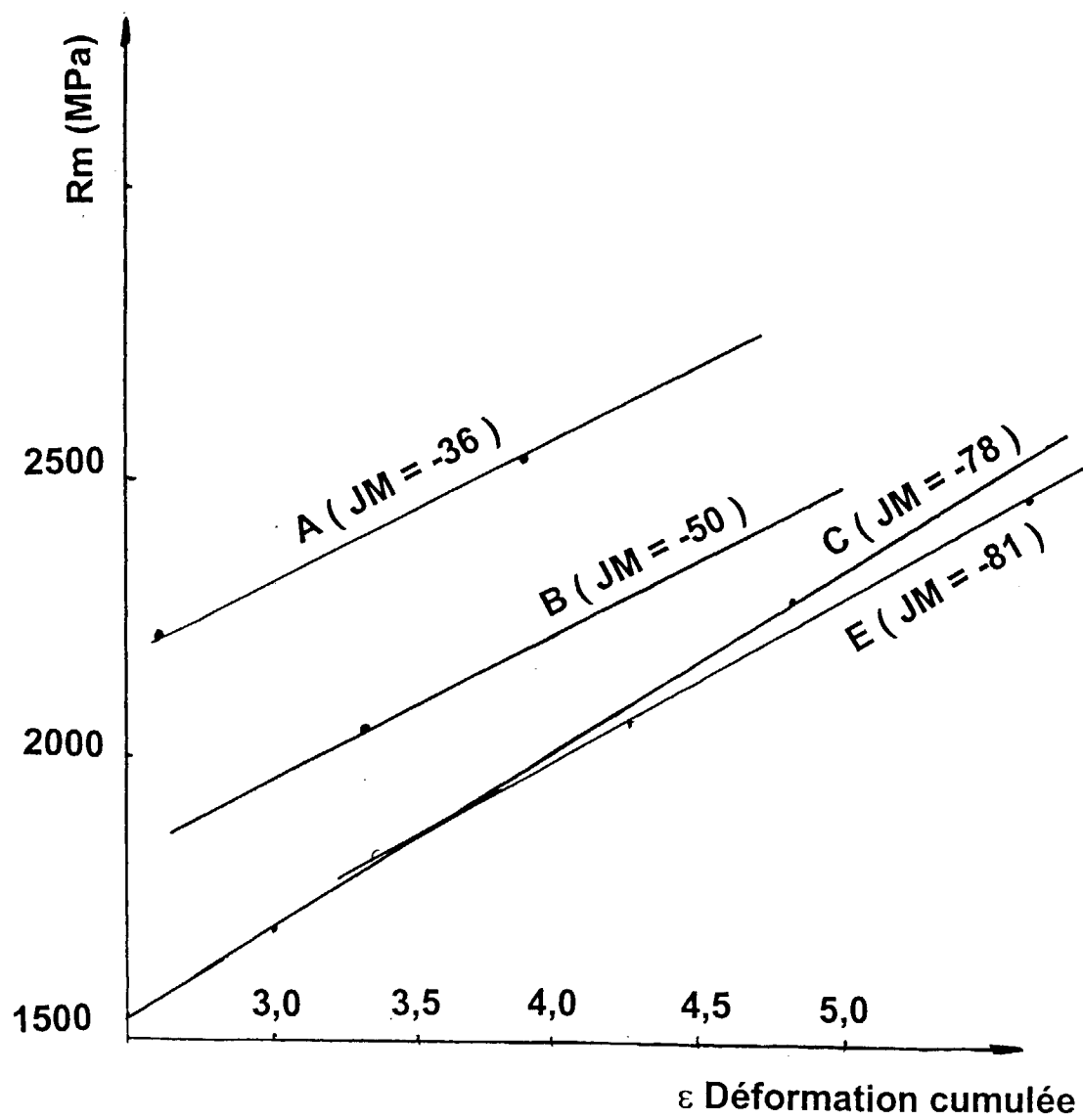


Fig 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0979

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP 0 648 891 A (MICHELIN & CIE) 19 avril 1995 (1995-04-19) * le document en entier *	1-7	C21D8/06 C22C38/42
D,A	& FR 9 312 528 A ---		
A	WO 96 11812 A (MICHELIN MICHELIN & CIE ;CORSI PATRICK (FR); DEPRAETERE ERIC (FR);) 25 avril 1996 (1996-04-25) * revendications 1-3 *	1-4,7	
A	DE 23 38 282 A (CREUSOT LOIRE) 7 février 1974 (1974-02-07) * revendications 1-3 *	1,7	
A	EP 0 474 530 A (UGINE SAVOIE SA) 11 mars 1992 (1992-03-11) * revendications 1-14 *	1-7	
A	FR 2 096 405 A (BRIDGESTONE TIRE CO LTD) 18 février 1972 (1972-02-18) * page 5, ligne 1 - ligne 28; revendication 1 *	1,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 211 (C-0836), 29 mai 1991 (1991-05-29) & JP 03 061322 A (NIPPON STEEL CORP), 18 mars 1991 (1991-03-18) * abrégé *	1,7	C21D C22C B60C
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 052 (C-1158), 27 janvier 1994 (1994-01-27) & JP 05 271771 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 19 octobre 1993 (1993-10-19) * abrégé *	1,7	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
BERLIN		30 juillet 1999	Kesten, W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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 intermédiaire			

EP 0 953 651 A1 (15.03.03) (2) (F-04C002)

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

EP 99 40 0979

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.

30-07-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0648891 A	19-04-1995	FR 2711149 A	21-04-1995
		AT 175449 T	15-01-1999
		AU 682210 B	25-09-1997
		AU 7582294 A	04-05-1995
		BR 9404111 A	13-06-1995
		CA 2118180 A	16-04-1995
		CN 1107783 A	06-09-1995
		DE 69415760 D	18-02-1999
		DE 69415760 T	10-06-1999
		ES 2127327 T	16-04-1999
		JP 7188868 A	25-07-1995
		PL 305454 A	18-04-1995
		ZA 9407999 A	30-05-1995
WO 9611812 A	25-04-1996	FR 2725730 A	19-04-1996
		AU 3653495 A	06-05-1996
		BR 9509320 A	14-10-1997
		CA 2198034 A	25-04-1996
		CN 1160378 A	24-09-1997
		EP 0785876 A	30-07-1997
		JP 10507424 T	21-07-1998
		PL 319658 A	18-08-1997
		US 5833771 A	10-11-1998
DE 2338282 A	07-02-1974	FR 2194195 A	22-02-1974
		CA 1012385 A	21-06-1977
		GB 1424458 A	11-02-1976
		IT 985910 B	30-12-1974
		JP 1046194 C	28-05-1981
		JP 49064520 A	22-06-1974
		JP 55029147 B	01-08-1980
		NL 7308711 A	30-01-1974
		SE 409727 B	03-09-1979
EP 0474530 A	11-03-1992	FR 2666352 A	06-03-1992
		AT 131539 T	15-12-1995
		CA 2050208 A	01-03-1992
		DE 69115392 D	25-01-1996
		DE 69115392 T	30-05-1996
		ES 2083543 T	16-04-1996
		GR 3019185 T	30-06-1996
		JP 6081033 A	22-03-1994
		PT 98792 A,B	31-07-1992
FR 2096405 A	18-02-1972	GB 1314477 A	26-04-1973

EPO FORM P0460

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

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

EP 99 40 0979

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.

30-07-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 03061322 A	18-03-1991	JP 2036500 C JP 7062171 B	28-03-1996 05-07-1995
JP 05271771 A	19-10-1993	AUCUN	

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