



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93401739.3**

(51) Int. Cl.⁵ : **C22C 38/06, C22C 38/00**

(22) Date de dépôt : **05.07.93**

(30) Priorité : **23.07.92 FR 9209107**

(43) Date de publication de la demande :
02.02.94 Bulletin 94/05

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT SE

(71) Demandeur : **SOLLAC**
Immeuble Elysées-La Défense, 29 Le Parvis
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur : **Lafontaine, Daniel**
63 rue de Fameck
F-57240 Seremange (FR)
Inventeur : **Zimmer, Patrick**
2 Impasse Maréchal Ferrand
F-57365 Ennery (FR)

(74) Mandataire : **Lanceplaine, Jean-Claude et al**
CABINET LAVOIX 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cédex 09 (FR)

(54) **Tôle pour emboutissage en rétreint et procédé pour la fabrication d'une telle tôle.**

(57) L'invention a pour objet une tôle en acier calmé à l'aluminium adaptée à l'emboutissage en rétreint, la tôle étant obtenue par laminage à chaud puis bobinage. L'acier constituant la tôle contient du carbone dans une proportion comprise entre 0,02 et 0,05 % en poids et du manganèse dans une proportion comprise entre 0,1 et 0,3 % en poids. L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une telle tôle.

La présente invention concerne des tôles en acier calmé à l'aluminium pour emboutissage en rétreint.

De telles tôles doivent posséder des caractéristiques mécaniques leur conférant une bonne emboutissabilité, c'est-à-dire une aptitude à subir un emboutissage sans striction ni rupture.

Ces caractéristiques mécaniques doivent être également telles, qu'après emboutissage, le niveau de cornes d'emboutissage soit faible.

Les caractéristiques mécaniques d'une tôle varient selon la composition de l'acier constituant la tôle et selon les conditions de fabrication de la tôle.

Pour l'emboutissage, on utilise des tôles dites relaminées à froid, c'est-à-dire obtenues par relaminage à froid de tôles préalablement laminées à chaud à partir d'une brame.

Selon le taux de relaminage à froid, c'est-à-dire le taux de réduction de l'épaisseur de la tôle, on obtient des tôles ayant des caractéristiques mécaniques variables que l'on classe principalement en deux catégories :

- les tôles à froid pour lesquelles le taux de relaminage est compris entre 35 et 75 %,
- les tôles pour emballage pour lesquelles le taux de relaminage à froid est compris entre 75 et 90 %.

Pour de telles tôles, on admet que l'emboutissabilité en rétreint est mesurée par le coefficient d'anisotropie moyen r_m .

Pour déterminer le coefficient d'anisotropie moyen r_m , on mesure, après relaminage à froid, pour un taux de relaminage déterminé :

- r_0 , c'est-à-dire le coefficient d'anisotropie dans la direction de laminage ;
- r_{45} , c'est-à-dire le coefficient d'anisotropie dans une direction située à 45° par rapport au sens de laminage ;
- r_{90} , c'est-à-dire le coefficient d'anisotropie dans une direction perpendiculaire au sens de laminage.

Ayant déterminé ces trois valeurs, le coefficient d'anisotropie moyen r_m est obtenu par la formule :

$$r_m = \frac{(r_0 + r_{90} + 2r_{45})}{4}$$

L'emboutissabilité en rétreint est d'autant meilleure que la valeur de r_m est élevée.

Par ailleurs, il est admis que la hauteur des cornes apparaissant lors d'un emboutissage en rétreint, est liée aux variations du coefficient d'anisotropie dans le plan de la tôle et en particulier au coefficient d'anisotropie plane Δr obtenu par la formule :

$$\Delta r = \frac{(r_0 + r_{90} - 2r_{45})}{2}$$

Plus Δr en valeur absolue est faible, plus les cornes d'emboutissage seront faibles.

Lorsque Δr en valeur absolue est inférieur à 0,3,

on constate que les cornes d'emboutissage sont pratiquement inexistantes.

En effectuant ces mesures pour différents taux de relaminage à froid, on établit les courbes représentant l'évolution du coefficient d'anisotropie moyen r_m et du coefficient d'anisotropie plane Δr en fonction du taux de relaminage à froid, ce qui permet de déterminer l'aptitude à l'emboutissage en rétreint avec faible apparition de cornes, et de comparer ces courbes à celles d'autres tôles éventuellement utilisables pour l'emboutissage en rétreint.

En établissant les courbes définies ci-dessus pour les tôles actuellement connues, on constate que certaines tôles possèdent une emboutissabilité insuffisante alors que d'autres tôles peuvent être aisément embouties mais possèdent un coefficient d'anisotropie plane Δr trop élevé dans une plage importante de taux de relaminage à froid.

L'utilisation satisfaisante de ces autres tôles pour l'emboutissage en rétreint est donc limitée à une plage de taux de relaminage relativement réduite, si les cornes d'emboutissage doivent être peu importantes.

Pour remédier à ces inconvénients, la présente invention a pour but de fournir une tôle dont la composition et la fabrication sont adaptées pour pouvoir être utilisée de manière moins limitée en emboutissage en rétreint, avec faible niveau de cornes d'emboutissage.

A cet effet, la présente invention a pour objet une tôle d'acier calmé à l'aluminium adaptée à l'emboutissage en rétreint, la tôle étant laminée à chaud puis bobinée, caractérisée en ce que l'acier constituant la tôle contient du carbone dans une proportion comprise entre 0,02 et 0,05 % en poids et du manganèse dans une proportion comprise entre 0,1 et 0,3 % en poids.

Selon d'autres caractéristiques :

- la composition pondérale de l'acier constituant la tôle est la suivante :

- 0,02 à 0,05% de carbone,
- 0,1 à 0,3% de manganèse,
- 0,03 à 0,07% d'aluminium,
- 0,003 à 0,006% d'azote,

le reste étant du fer.

- la composition pondérale de l'acier constituant la tôle est de préférence la suivante :

- 0,03 % de carbone
- 0,2 % de manganèse
- 0,05 % d'aluminium
- 0,005% d'azote,

le reste étant du fer.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une tôle adaptée à l'emboutissage en rétreint, caractérisé en ce qu'on lamine à chaud une brame d'acier contenant du carbone dans une proportion comprise entre 0,02 et 0,05 % en poids et du manganèse dans une proportion comprise entre 0,1 et 0,3 % en poids, puis on bobine à chaud la tôle laminée à

chaud obtenue, cette dernière étant ensuite relaminée à froid, puis on recuit la bande laminée à froid.

Lors de la fabrication de la tôle, la température de fin de laminage à chaud est inférieure à la température du point de transformation apparent Ar_3 .

Le recuit s'effectue à une température inférieure à la température de transformation Ac_1 et est un recuit sous cloche.

Lors du bobinage de la tôle laminée à chaud, la température de bobinage est comprise entre 200 et 500°C environ.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, donnée à titre d'exemple et en référence aux dessins sur lesquels :

- La figure 1 est une courbe représentant l'évolution du coefficient d'anisotropie moyen d'une tôle relaminée à froid en fonction du taux de relaminage à froid pour respectivement une tôle en acier au bore, une tôle en acier bas-carbone, et une tôle selon l'invention ;
- La figure 2 est une courbe représentant l'évolution de l'anisotropie plane en fonction du taux de relaminage à froid des tôles utilisées pour établir les courbes de la figure 1.

La courbe A des figures 1 et 2 est représentative d'une tôle constituée d'un acier au bore, la température de fin de laminage à chaud étant d'environ 885° c'est-à-dire supérieure à la température du point de transformation apparent, la température de bobinage étant de 640°.

On constate que quel que soit le taux de relaminage à froid, le coefficient d'anisotropie moyen r_m est compris entre 0,9 et 1,1 alors que le coefficient d'anisotropie plane Δr est en valeur absolue en général inférieur à 0,3.

Ceci signifie que l'emboutissabilité d'une telle tôle est insuffisante pour un bon emboutissage en rétreint, r_m étant relativement faible.

La courbe B des figures 1 et 2 est représentative d'une tôle en acier dit "standard" c'est-à-dire à bas carbone et laminée à chaud, la température de fin de laminage à chaud étant de 885°, c'est-à-dire supérieure au point de transformation apparent et la température de bobinage étant d'environ 565°.

La courbe B nous permet de constater que pour une telle tôle :

- pour un taux de relaminage à froid compris entre 25 et 35 %, r_m est supérieur à 1,2 et Δr en valeur absolue est inférieur à 0,35 ;
- pour un taux de relaminage à froid compris entre 35 et 85 % r_m est supérieur à 1,4 et Δr est supérieur à 0,35 ;
- pour un taux de relaminage à froid compris entre 85 et 90 %, r_m est supérieur à 1,7 et Δr en valeur absolue est inférieur à 0,3.

Une telle tôle possède une bonne emboutissabilité mais à l'inconvénient de présenter après embou-

tissage des cornes importantes lorsque le taux de relaminage à froid est compris entre 35 et 85 %.

Par contre, on constate (figure 1) que la courbe C correspond à une tôle ayant une emboutissabilité voisine de la tôle en acier standard, c'est-à-dire pratiquement quel que soit le taux de relaminage à froid.

Par ailleurs, la courbe C (voir figure 2) correspond à une tôle présentant après emboutissage des cornes moins importantes que la tôle en acier standard dans un domaine important de taux de relaminage à froid (entre 30 et 70 % environ).

Ainsi, l'invention permet, en particulier, dans le domaine des tôles à froid, d'obtenir un métal dit "sans cornes d'emboutissage" ($\Delta r \leq 0,3$) pour des taux de relaminage plus élevés que dans le cas d'une tôle standard (jusqu'à 45 % environ contre 35 %).

La courbe C est l'aboutissement d'essais successifs et représente une tôle préférée selon l'invention. Ces essais ont en effet permis de déterminer que pour une tôle selon l'invention, l'acier calmé à l'aluminium contient du carbone dans une proportion de 0,02 à 0,05 % en poids et du manganèse dans une proportion de 0,1 à 0,3 %, la température de laminage à chaud étant inférieure à la température du point de transformation apparent et la température de bobinage étant comprise entre 200 et 500°C.

De manière préférentielle, l'acier contient du carbone dans une proportion de 0,02 à 0,05% en poids, du manganèse dans une proportion de 0,1 à 0,3%, de l'aluminium dans une proportion de 0,03 à 0,07% et de l'azote dans une proportion de 0,003 à 0,006%.

Ces teneurs en aluminium et en azote permettent notamment d'obtenir une microstructure à grains allongés du type pan-cake favorable à l'emboutissage en rétreint.

La température de laminage à chaud est importante car si on lamine à une température supérieure ou égale à la température de transformation Ar_3 , les courbes représentatives de la tôle seront semblables aux courbes B, c'est à dire que la tôle aura un coefficient d'anisotropie plane Δr plus important.

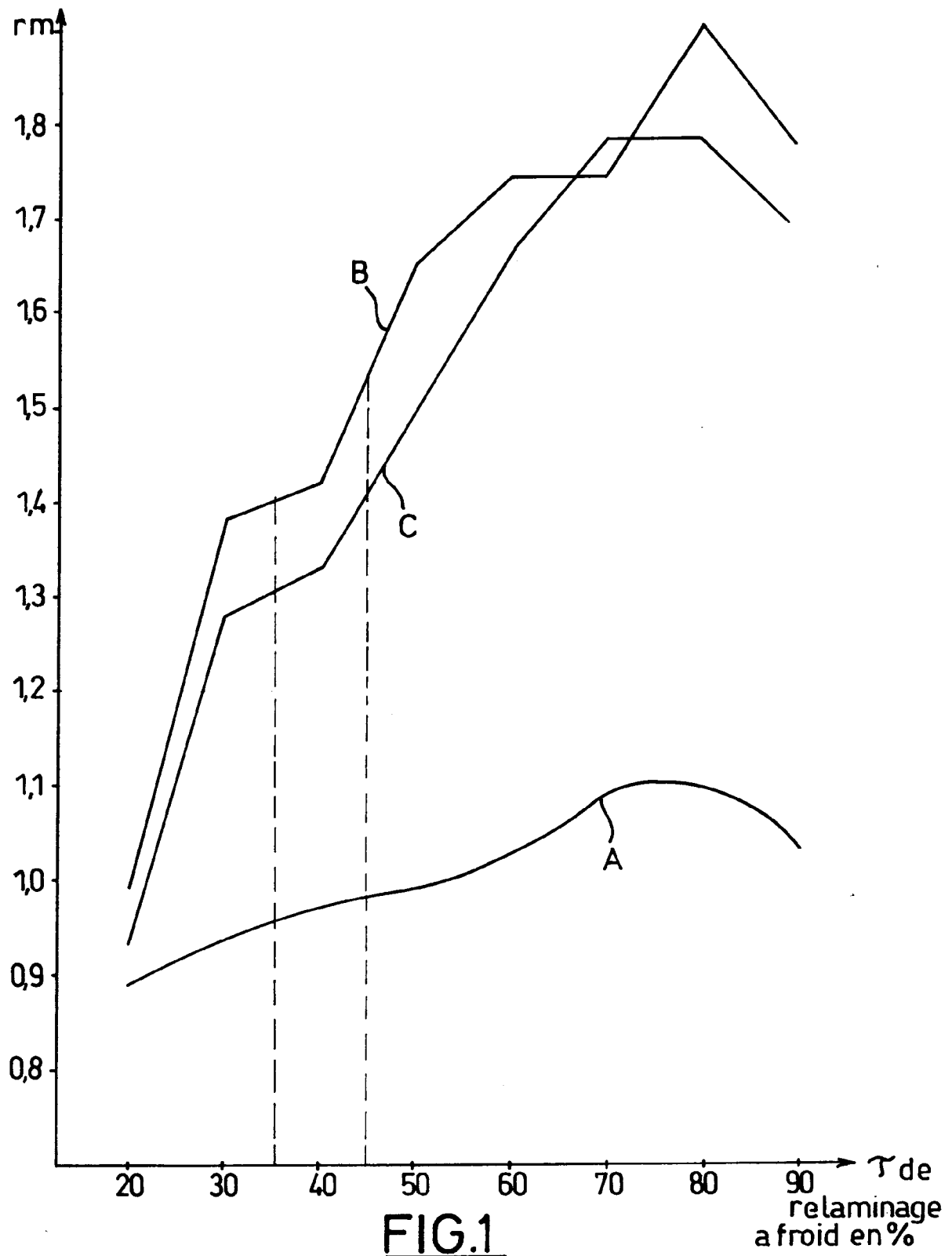
De plus, si la température de laminage à chaud est inférieure à la température préconisée par l'invention, l'aptitude à l'emboutissage de la tôle sera moins bonne, en particulier, la courbe représentative du coefficient d'anisotropie moyen se rapprochera de la courbe A.

Un exemple de tôle préférée, représenté par la courbe C, consiste en une tôle constituée d'un acier dont la composition pondérale est de préférence la suivante : 0,03 % de carbone, 0,2 % de manganèse, 0,05 % d'aluminium, 0,005 % d'azote, le reste étant du fer.

La température préférée de fin de laminage à chaud est inférieure d'environ 30°C à la température du point de transformation apparent.

Revendications

- 1.- Tôle d'acier calmé à l'aluminium adaptée à l'emboutissage en rétreint, caractérisée en ce que l'acier constituant la tôle contient du carbone dans une proportion comprise entre 0,02 et 0,05 % en poids et du manganèse dans une proportion comprise entre 0,1 et 0,3 % en poids. 5
- 2.- Tôle d'acier selon la revendication 1, caractérisée en ce que la composition pondérale de l'acier constituant la tôle est la suivante : 10
 - 0,02 à 0,05% de carbone,
 - 0,1 à 0,3% de manganèse,
 - 0,03 à 0,07% d'aluminium,
 - 0,003 à 0,006% d'azote, 15
 - le reste étant du fer.
3. Tôle d'acier selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la composition pondérale de l'acier constituant la tôle est de préférence la suivante : 20
 - 0,03 % de carbone
 - 0,2 % de manganèse
 - 0,05 % d'aluminium
 - 0,005% d'azote,
 - le reste étant du fer. 25
- 4.- Procédé de fabrication d'une tôle adaptée à l'emboutissage en rétreint selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on lamine à chaud une brame d'acier contenant du carbone dans une proportion comprise entre 0,02 et 0,05 % en poids et du manganèse dans une proportion comprise entre 0,1 et 0,3 % en poids, puis on bobine à chaud la tôle laminée à chaud obtenue, cette dernière étant ensuite relaminée à froid, puis on recuit la bande laminée à froid. 30 35
- 5.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la température de fin de laminage à chaud de la brame est inférieure à la température du point de transformation apparent Ar_3 .
- 6.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la température de fin de laminage à chaud est inférieure d'environ 30°C à la température du point de transformation apparent Ar_3 . 40
7. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le recuit s'effectue à une température inférieure à la température de transformation Ac_1 . 45
8. Procédé selon les revendications 4 et 6, caractérisé en ce que le recuit est un recuit sous cloche.
- 9.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la température de bobinage est comprise entre 200 et 500°C environ. 50



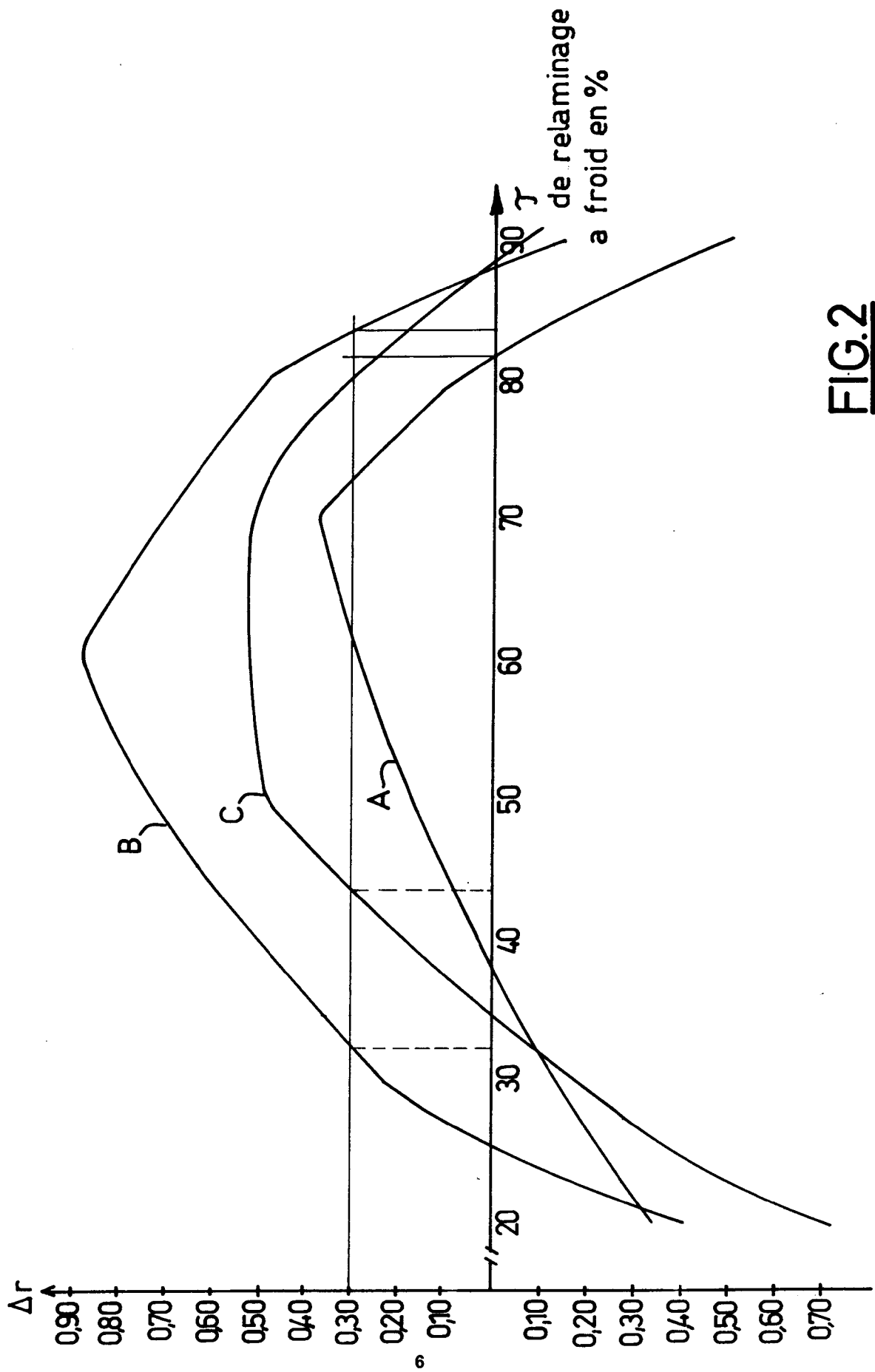


FIG.2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 93 40 1739

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.5)
Y	FR-A-2 461 011 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES) *Revendications 1-5* ---	1-5	C22C38/06 C22C38/00
Y	US-A-3 865 645 (TAKAHASHI ET AL.) * le document en entier * ---	1-3	
Y	EP-A-0 360 955 (NIPPON STEEL CORPORATION) *Revendication 1; page 5, 1.2-10* ---	1-4	
Y	FR-A-1 304 915 (ARMCO STEEL CORPORATION) *Résumé 1, 2 ; page 3, colonne de gauche, deuxième alinéa complet* ---	1, 4, 5	
A	FR-A-2 077 581 (NIPPON STEEL CORPORATION) *Revendications 1, 2* ---	1-9	
A	FR-A-2 212 433 (NIPPON STEEL CORPORATION) *Revendications 1-4* ---	1-9	
A	US-A-3 357 822 (MIYOSHI ET AL.) * le document en entier * ---	1-3	
A	GB-A-2 204 880 (NIPPON STEEL CORPORATION) *Revendications 1-13* -----	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			C22C C21D
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 3 Novembre 1993	Examineur LIPPENS, M
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			

EPO FORM 1503 01.92 (P04C02)