

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 065 282 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:

**03.01.2001 Bulletin 2001/01**

(51) Int Cl.7: **C21D 8/04, C21D 9/48**

(21) Numéro de dépôt: **00401865.1**

(22) Date de dépôt: **30.06.2000**

(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: **01.07.1999 FR 9908416**

(71) Demandeur: **SOLLAC**

**92800 Puteaux (FR)**

(72) Inventeur: **Bouzekri, Mohamed**

**57120 Rombas (FR)**

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger**

**USINOR,**

**Direction Propriété Industrielle,**

**Immeuble "La Pacific",**

**La Défense,**

**11/13 Cours Valmy,**

**TSA 10001**

**92070 La Défense (FR)**

(54) **Tôle d'acier à basse teneur en aluminium pour emballage**

(57) L'invention a pour objet une tôle d'acier à basse teneur en aluminium comprenant en poids entre 0,050 et 0,080 % de carbone, entre 0,25 et 0,40 % de manganèse, moins de 0,020 % d'aluminium, entre 0,010 et 0,014% d'azote, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles inévitables.

L'acier comporte du carbone à l'état libre, un nom-

bre de grains par mm<sup>2</sup> supérieur à 30000 et, à l'état vieilli, un taux d'allongement A% satisfaisant la relation :

$$(750 - R_m) / 16,5 \leq A\% \leq (850 - R_m) / 17,5$$

R<sub>m</sub> étant la résistance maximale à la rupture.

**EP 1 065 282 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne le domaine des aciers pour application dans le domaine de l'emballage métallique, alimentaire, non alimentaire ou industriel.

**[0002]** Les aciers élaborés pour des utilisations propres à l'emballage métallique se différencient surtout des tôles minces par leurs caractéristiques physiques.

**[0003]** Les épaisseurs des tôles d'acier pour emballage varient de 0,12 mm à 0,25 mm pour la plus grande majorité des utilisations, mais peuvent atteindre des épaisseurs plus importantes, jusqu'à 0,49 mm pour des applications très particulières. C'est par exemple le cas de certains emballages non alimentaires, comme par exemple certains aérosols, ou le cas de certains emballages industriels. Elles peuvent également descendre jusqu'à 0,08 mm, par exemple dans le cas des barquettes alimentaires.

**[0004]** Les tôles d'acier pour emballage sont habituellement revêtues d'un revêtement métallique (étain, refondu ou non, ou chrome) sur lequel est généralement déposé un revêtement organique (vernis, encres, films plastiques).

**[0005]** Dans le cas des emballages deux pièces, ceux-ci sont réalisés par emboutissage sous serre-flan, ou par emboutissage/repassage pour les boîtes boissons, et sont généralement des boîtes axisymétriques, cylindriques ou tronconiques. Cependant, les emballagistes montrent un intérêt de plus en plus marqué pour des aciers d'épaisseurs toujours plus faibles, de 0,12 mm à 0,075 mm et, dans le souci de se différencier des concurrents, ils cherchent à innover dans des formes de plus en plus complexes. Aussi trouvons nous maintenant des boîtes de formes originales, fabriquées dans des tôles d'acier de faibles épaisseurs qui, bien que présentant de plus grandes difficultés de formage, doivent répondre aux critères d'utilisation (tenue mécanique de l'emballage, résistance à la charge axiale qu'ils subissent lors de leur entreposage en empilement, résistance à la surpression interne qu'ils subissent pendant le traitement thermique de stérilisation et à la dépression interne qu'ils subissent après le refroidissement) et donc présenter une très haute résistance mécanique.

**[0006]** Ainsi, la mise en oeuvre et la performance de ces emballages dépendent d'un certain nombre de caractéristiques mécaniques de l'acier :

- le coefficient d'anisotropie planaire  $\Delta C_{\text{aniso}}$ ,
- le coefficient de Lankford,
- la limite d'élasticité  $R_e$ ,
- la résistance maximale à la rupture  $R_m$ ,
- l'allongement  $A\%$ ,
- l'allongement réparti  $A_g\%$ .

**[0007]** Pour conférer à l'emballage une tenue mécanique équivalente à épaisseur d'acier inférieure, il est indispensable que la tôle d'acier présente une résistance maximale à rupture plus élevée.

**[0008]** Pour la réalisation d'emballages, il est connu d'utiliser des aciers à basse teneur en aluminium, et en particulier des aciers dits « aciers bas aluminium renitrurés ». Un tel acier est par exemple décrit dans le brevet français n° 95 11 113.

**[0009]** La teneur en carbone visée habituellement pour ce type d'acier est comprise entre 0,050% et 0,080%, la teneur en manganèse comprise entre 0,20 et 0,45%. La teneur en aluminium est contrôlée pour être inférieure à 0,020 % dans le but de conférer à la tôle d'acier une microstructure améliorée, une bonne propreté inclusionnaire, et par voie de conséquence des caractéristiques mécaniques élevées.

**[0010]** La teneur en azote est également contrôlée et est comprise entre 0,008 et 0,016 %. Cette teneur en azote est assurée par ajout en poche de cyanamide calcique lors de l'élaboration de l'acier, ou par soufflage d'azote gazeux dans le bain d'acier. L'intérêt connu de l'ajout d'azote est de durcir l'acier par effet de solution solide.

**[0011]** Ces tôles d'acier sont réalisées par laminage à froid d'une bande à chaud, avec un taux de laminage à froid compris entre 75% et plus de 90%, suivi d'un recuit en continu à une température comprise entre 640 et 700°C, et d'un second laminage à froid avec un taux d'allongement au cours de ce second laminage à froid variable entre 2% et 45% selon le niveau de résistance maximale à la rupture  $R_m$  visé.

**[0012]** Mais, pour les aciers à basse teneur en aluminium, des caractéristiques mécaniques élevées sont associées à une capacité d'allongement faible. Cette faible ductilité, outre le fait qu'elle est défavorable à la mise en forme de l'emballage, entraîne dans cette mise en forme un amincissement des parois qui va être défavorable aux performances de l'emballage.

**[0013]** Ainsi par exemple un acier « bas aluminium renitruré » présentant une résistance maximale à la rupture  $R_m$  de l'ordre de 550 MPa, présentera un taux d'allongement  $A\%$  de l'ordre de 2 à 5% seulement.

**[0014]** La présente invention a pour but de proposer une tôle d'acier à basse teneur en aluminium pour emballage qui présente un taux d'allongement  $A\%$  plus élevé que celui des aciers à basse teneur en aluminium de l'état de la technique, à niveau de résistance maximale à la rupture équivalente.

## EP 1 065 282 A1

**[0015]** Pour obtenir ces caractéristiques, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une bande d'acier à basse teneur en aluminium pour emballage, dans lequel :

- on approvisionne une bande d'acier laminée à chaud comportant en poids entre 0,050 et 0,080 % de carbone, entre 0,25 et 0,40 % de manganèse, moins de 0,020 % d'aluminium, entre 0,010 et 0,014 % d'azote, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles inévitables,
- on effectue un premier laminage à froid de la bande,
- on soumet la bande laminée à froid à un recuit,
- on effectue éventuellement un laminage à froid secondaire,

caractérisé en ce que le recuit est un recuit continu dont le cycle comporte une montée en température jusqu'à une température supérieure à la température de début de transformation perlitique  $Ac_1$ , un maintien de la bande au dessus de cette température pendant une durée supérieure à 10 secondes, et un refroidissement rapide de la bande jusqu'à une température inférieure à 350°C à une vitesse de refroidissement supérieure à 100°C par seconde.

**[0016]** Selon d'autres caractéristiques du procédé selon l'invention :

- la bande est maintenue au cours du recuit à une température comprise entre  $Ac_1$  et 800°C, pendant une durée de 10 secondes à 2 minutes ;
- la vitesse de refroidissement est comprise entre 100°C par seconde et 500°C par seconde ;
- la bande est refroidie à une vitesse supérieure à 100°C par seconde jusqu'à la température ambiante.

**[0017]** L'invention concerne également une tôle d'acier à basse teneur en aluminium comprenant en poids entre 0,050 et 0,080 % de carbone, entre 0,25 et 0,40 % de manganèse, moins de 0,020 % d'aluminium, entre 0,010 et 0,014 % d'azote, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles inévitables, fabriquée selon le procédé ci-dessus, caractérisé en ce qu'elle présente à l'état vieilli un taux d'allongement A% satisfaisant la relation :

$$(750 - R_m)/16,5 \leq A\% \leq (850 - R_m)/17,5$$

$R_m$  étant la résistance maximale à la rupture de l'acier, exprimée en MPa.

**[0018]** Selon d'autres caractéristiques de la tôle, l'acier comporte du carbone à l'état libre et/ou quelques carbures précipités à basse température, et présente un nombre de grains par  $mm^2$  supérieur à 30000.

**[0019]** Les caractéristiques et avantages apparaîtront plus clairement dans la description qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple, faite en référence aux figures jointes en annexe.

**[0020]** Les figures 1 et 2 sont des diagrammes montrant l'influence de la température de recuit sur la résistance maximale à rupture  $R_m$ .

**[0021]** La figure 3 est un diagramme montrant l'influence de la vitesse de refroidissement sur la résistance maximale à rupture  $R_m$ .

**[0022]** La figure 4 est un diagramme montrant l'influence de la vitesse de refroidissement sur la résistance maximale à rupture  $R_m$  et le taux d'allongement A%.

**[0023]** La figure 5 est un diagramme montrant l'influence de la vitesse de refroidissement sur la dureté HR30T.

**[0024]** Plusieurs essais ont été réalisés, tout d'abord en laboratoire puis en conditions industrielles, pour valider les caractéristiques de l'invention. Les résultats complets de deux de ces essais vont maintenant être décrits.

**[0025]** Ces essais concernent deux bobines à froid en acier à basse teneur en aluminium, dont les caractéristiques sont reproduites dans le tableau 1 ci-après.

Tableau 1

|          | Teneurs ( $10^{-3}$ %) |     |    |      | Laminage à chaud |           |         | Laminage à froid |         |
|----------|------------------------|-----|----|------|------------------|-----------|---------|------------------|---------|
|          | C                      | Mn  | Al | N    | TFL (°C)         | Tbob (°C) | Ep (mm) | T réd. (%)       | Ep (mm) |
| <b>A</b> | 59                     | 345 | 15 | 10,5 | 842              | 598       | 2,06    | 91,2             | 0,18    |
| <b>B</b> | 66                     | 309 | 17 | 12   | 841              | 587       | 2,00    | 87               | 0,28    |

**[0026]** Dans la première colonne, on a repéré la bobine ; dans les deuxième à cinquième colonnes, on a indiqué en  $10^{-3}$  % poids les teneurs des constituants principaux ayant une importance. Les sixième à huitième colonnes concernent les conditions de laminage à chaud : dans la sixième colonne, on a indiqué la température de fin de laminage à chaud ; dans la septième colonne, la température de bobinage ; dans la huitième colonne, l'épaisseur de la bande à

chaud. Enfin les colonnes neuf et dix concernent les conditions de laminage à froid : dans la neuvième colonne, on a indiqué le taux de réduction du laminage à froid et dans la dixième colonne, l'épaisseur finale de la bande à froid.

**[0027]** Ces deux bandes standard ont fait l'objet de recuits différenciés suivi de second laminages à froid également différenciés.

**[0028]** Les températures de maintien au recuit ont varié de 650°C à 800°C, les vitesses de refroidissement ont varié de 40°C/s à 400°C/s, et les taux d'allongement au second laminage ont varié de 1% à 42%.

**[0029]** Outre les examens micrographiques, la caractérisation du métal issu de ces différents essais a consisté d'une part à faire des tractions sur des éprouvettes ISO 12,5x50 dans le sens du laminage et en sens travers, à l'état frais et à l'état vieilli après vieillissement à 200°C pendant 20 minutes, d'autre part de déterminer la dureté HR30T également à l'état frais et à l'état vieilli.

**[0030]** Ces essais ont permis de démontrer qu'il est possible d'augmenter considérablement la résistance maximale à la rupture Rm pour le même acier à basse teneur en aluminium, à taux d'allongement au second laminage à froid identique, si on pratique entre les deux laminages à froid un recuit continu selon les conditions de l'invention.

**[0031]** Dit autrement, ces essais ont permis de démontrer qu'il est possible d'augmenter considérablement la ductilité A% pour le même acier à basse teneur en aluminium, à résistance maximale à la rupture Rm identique, si on pratique entre les deux laminages à froid un recuit continu selon les conditions de l'invention, car le même niveau de Rm est atteint avec un taux d'allongement plus faible au cours du second laminage. Ainsi, il devient possible de réaliser des qualités d'acier à basse teneur en aluminium avec un niveau de Rm de l'ordre de 380 MPa sans nécessiter de second laminage après recuit, sauf peut être une opération d'écrouissage léger appelé skin-pass qui permet de supprimer le palier de limite d'élasticité présent sur le métal en sortie du recuit.

#### Incidence de la composition de l'acier

**[0032]** Comme indiqué précédemment, l'invention ne se situe pas dans la composition de l'acier, qui est un acier à basse teneur en aluminium standard.

**[0033]** Comme tous les aciers à basse teneur en aluminium renitrurés, ce sont essentiellement les teneurs en aluminium et en azote qui sont importantes :

- l'aluminium est utilisé pour calmer l'acier. Il est limité à 0,020% dans le but de conférer à la tôle d'acier une microstructure améliorée, une bonne propreté inclusionnaire, et part voie de conséquence des caractéristiques mécaniques élevées ;
- la teneur en azote est également contrôlée et est comprise entre 0,008 et 0,016 %. Cette teneur en azote est assurée par ajout en poche de cyanamide calcique lors de l'élaboration de l'acier, ou par soufflage d'azote gazeux dans le bain d'acier. L'intérêt connu de l'ajout d'azote est de durcir l'acier par effet de solution solide.

**[0034]** Le carbone et le manganèse sont également deux éléments qu'il convient de contrôler.

- la teneur en carbone visée habituellement pour ce type d'acier est comprise entre 0,050% et 0,080% ;
- la teneur en manganèse est comprise entre 0,25 et 0,40%.

#### Incidence des conditions de dénaturation à chaud

**[0035]** Les aciers à basse teneur en aluminium renitrurés recuits en continu sont généralement laminés à une température supérieure à Ar<sub>3</sub>.

**[0036]** Le paramètre essentiel est la température de bobinage, et on préfère un bobinage froid, entre 500 et 620°C. En effet, le bobinage chaud, à une température supérieure à 650°C présente deux inconvénients :

- il génère des hétérogénéités de caractéristiques mécaniques en liaison avec les différences de vitesses de refroidissement entre le cœur et les extrémités de la bande ;
- il induit un risque de croissance anormale des grains, laquelle peut se produire pour certains couples (température de fin de laminage, température de bobinage) et peut constituer un défaut rédhibitoire aussi bien en tôle à chaud qu'en tôle à froid.

**[0037]** Néanmoins un bobinage chaud peut être effectué en pratiquant par exemple un bobinage sélectif : la température est plus élevée en extrémités de la bande.

Incidence des conditions de laminage à froid

**[0038]** De par les faibles épaisseurs finales à réaliser, le domaine du taux de réduction à froid s'étend de 75% à plus de 90%.

**[0039]** Les facteurs principaux qui interviennent dans la définition du taux de réduction à froid sont bien évidemment l'épaisseur finale du produit, et sur ce point on peut jouer sur l'épaisseur du produit à chaud, ainsi que des considérations métallurgiques.

**[0040]** Les considérations métallurgiques sont basées sur l'incidence du taux de réduction à froid sur l'état microstructural, et par voie de conséquence sur les caractéristiques mécaniques après recristallisation et recuit. Ainsi plus le taux de réduction à froid augmente, plus la température de recristallisation est faible, plus les grains sont faibles et plus  $R_e$  et  $R_m$  sont élevés. En particulier, le taux de réduction a une incidence très forte sur le coefficient de Lankford.

**[0041]** Dans le cas d'exigences en termes de cornes d'emboutissage, il convient par exemple d'optimiser la nuance d'acier et surtout la teneur en carbone, et le taux de réduction du laminage à froid avec la dureté ou les caractéristiques mécaniques souhaitées pour obtenir un métal dit « métal sans cornes ».

Incidence du recuit

**[0042]** Une caractéristique importante de l'invention réside dans la température de recuit. Il est important que la température de recuit soit supérieure au point de début de transformation perlitique  $Ac_1$  (de l'ordre de 720°C pour ce type d'acier).

**[0043]** Une autre caractéristique importante de l'invention réside dans la vitesse de refroidissement qui doit être supérieure à 100°C/s.

**[0044]** Au cours du maintien de la bande à une température supérieure à  $Ac_1$ , il se forme de l'austénite, riche en carbone. Le refroidissement rapide de cette austénite permet de maintenir une certaine quantité de carbone à l'état libre et/ou une précipitation de carbures à basse température, fins et dispersés. Ce carbone à l'état libre et/ou ces carbures formés à basse température favorisent le blocage des dislocations, ce qui permet d'atteindre des niveaux de caractéristiques mécaniques élevés sans nécessiter une réduction importante au cours du second laminage à froid qui suit.

**[0045]** Il est donc important de réaliser un refroidissement rapide, compris entre 100 et 500°C/s au moins jusqu'à une température inférieure à 350°C. Si le refroidissement rapide est arrêté avant 350°C, les atomes de carbone libres vont pouvoir se combiner et l'effet recherché ne sera pas atteint. Il est bien évident qu'un refroidissement rapide jusqu'à la température ambiante est possible.

**[0046]** Il est également possible d'effectuer un refroidissement à une vitesse supérieure à 500°C/s, mais la Demanderesse a constaté que au delà de 500°C/s, l'influence d'une augmentation de la vitesse de refroidissement n'est plus très significative.

**[0047]** Les figures 1 et 2 présentent l'influence de la température de recuit à vitesse de refroidissement constante (Visée 100°C/s et réalisée 73 à 102°C/s sur la figure 1 ; Visée 300°C/s et réalisée 228 à 331°C/s sur la figure 2) sur la résistance maximale à la rupture  $R_m$ .

**[0048]** On constate sur ces figures une nette augmentation de  $R_m$  à taux d'allongement du second laminage identique pour les aciers recuits à 750°C et à 800°C par rapport au même acier recuit à 650°C.

**[0049]** Toutefois, cette influence de la température de recuit sur la résistance maximale à la rupture  $R_m$  n'est pas très perceptible pour des taux d'allongement au second laminage à froid inférieurs à 3%. Elle ne devient vraiment significative qu'à partir de 5% d'allongement au second laminage à froid.

**[0050]** Une température trop élevée, supérieure à 800°C, entraîne une précipitation, au moins partielle de l'azote sous la forme de nitrures d'aluminium. Cet azote précipité ne participe plus au durcissement de l'acier, ce qui a pour effet une baisse de la résistance maximale à la rupture  $R_m$ . Ce phénomène est entrevu sur la figure 2 sur laquelle on remarque, pour des taux d'allongement supérieurs à 10 %, une baisse de l'augmentation de la résistance maximale à la rupture  $R_m$  entre l'échantillon recuit à 750°C et l'échantillon recuit à 800°C.

**[0051]** Le temps de maintien de la bande entre  $Ac_1$  et 800°C doit être suffisant pour remettre tout le carbone correspondant à l'équilibre en solution. Un maintien pendant 10 secondes est suffisant pour s'assurer cette remise en solution de la quantité de carbone correspondant à l'équilibre pour les aciers dont la teneur en carbone est comprise entre 0,020 et 0,035%, et un maintien au delà de 2 minutes, bien que possible, est inutile et coûteux.

**[0052]** Les figures 3 et 4 présentent l'influence de la vitesse de refroidissement à température de recuit constante (750°C) maintenue pendant 20 secondes.

**[0053]** Comme on peut le voir sur la figure 3, à 10% d'allongement au second laminage à froid, la résistance maximale à la rupture  $R_m$  de l'acier est égale à environ 560 MPa si la vitesse de refroidissement est égale à 100°C/s, alors qu'elle n'atteint que 505 MPa si la vitesse de refroidissement est égale à 50°C/s.

**[0054]** On peut donc réaliser un acier à basse teneur en aluminium dont la valeur de  $R_m$  est égale à 560 MPa avec

seulement 10% d'allongement au second laminage à froid si la vitesse de refroidissement est égale à 100°C/s, alors qu'il faut effectuer un second laminage à froid avec un taux d'allongement de 17 % si la vitesse de refroidissement n'est que de 50°C/s.

**[0055]** Ce plus faible taux d'allongement au second laminage à froid permet de moins dégrader la ductilité de l'acier. On voit ainsi sur la figure 4 que l'acier dont Rm est égal à 560 MPa présente une ductilité A% égale à 12,5 lorsque la vitesse de refroidissement est égale à 100°C/s, alors qu'elle est égale à 5,5 lorsque la vitesse de refroidissement est égal à 50°C/s.

**[0056]** Cette constatation est également valable sur la dureté de l'acier. Comme on le voit sur la figure 5, pour un même taux d'allongement au second laminage à froid, la dureté de l'acier augmente si la vitesse de refroidissement est égale à 100°C/s. Cette augmentation de la dureté est due à une teneur en carbone libre plus élevée et/ou à la présence des précipités fins et dispersés.

**[0057]** Les analyses micrographiques des échantillons ont permis de constater que le nombre de grains par mm<sup>2</sup> est plus important (supérieur à 30000), et que les carbures, lorsqu'ils se sont formés sont de la cémentite intergranulaire.

**[0058]** Ainsi ce procédé de fabrication permet de réaliser un acier à basse teneur en aluminium pour emballage, comportant en poids entre 0,050 et 0,080 % de carbone, entre 0,25 et 0,40 % de manganèse, moins de 0,020 % d'aluminium, entre 0,010 et 0,014 % d'azote, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles inévitables, qui présente à l'état vieilli un taux d'allongement A% satisfaisant la relation :

$$(750 - R_m)/16,5 \leq A\% \leq (850 - R_m)/17,5$$

Rm étant la résistance maximale à la rupture de l'acier, exprimée en MPa.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une bande d'acier à basse teneur en aluminium pour emballage, dans lequel :

- on approvisionne une bande d'acier laminée à chaud comportant en poids entre 0,050 et 0,080 % de carbone, entre 0,25 et 0,40 % de manganèse, moins de 0,020 % d'aluminium, entre 0,010 et 0,014 % d'azote, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles inévitables,
- on effectue un premier laminage à froid de la bande,
- on soumet la bande laminée à froid à un recuit,
- on effectue éventuellement un laminage à froid secondaire,

caractérisé en ce que le recuit est un recuit continu dont le cycle comporte une montée en température jusqu'à une température supérieure à la température de début de transformation perlitique Ac<sub>1</sub>, un maintien de la bande au dessus de cette température pendant une durée supérieure à 10 secondes, et un refroidissement rapide de la bande jusqu'à une température inférieure à 350°C à une vitesse de refroidissement supérieure à 100°C par seconde.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande est maintenue au cours du recuit à une température comprise entre Ac<sub>1</sub> et 800°C, pendant une durée de 10 secondes à 2 minutes.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de refroidissement est comprise entre 100°C par seconde et 500°C par seconde.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande est refroidie à une vitesse supérieure à 100°C par seconde jusqu'à la température ambiante.

5. Tôle d'acier à basse teneur en aluminium pour emballage, comportant en poids entre 0,050 et 0,080 % de carbone, entre 0,25 et 0,40 % de manganèse, moins de 0,020 % d'aluminium, entre 0,010 et 0,014 % d'azote, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles inévitables, fabriquée selon le procédé des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'elle présente à l'état vieilli un taux d'allongement A% satisfaisant la relation :

$$(750 - R_m)/16,5 \leq A\% \leq (850 - R_m)/17,5$$

## EP 1 065 282 A1

Rm étant la résistance maximale à la rupture de l'acier, exprimée en MPa.

6. Tôle d'acier selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'acier comporte du carbone à l'état libre et/ou quelques carbures précipités à basse température, et présente un nombre de grains par mm<sup>2</sup> supérieur à 30000.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

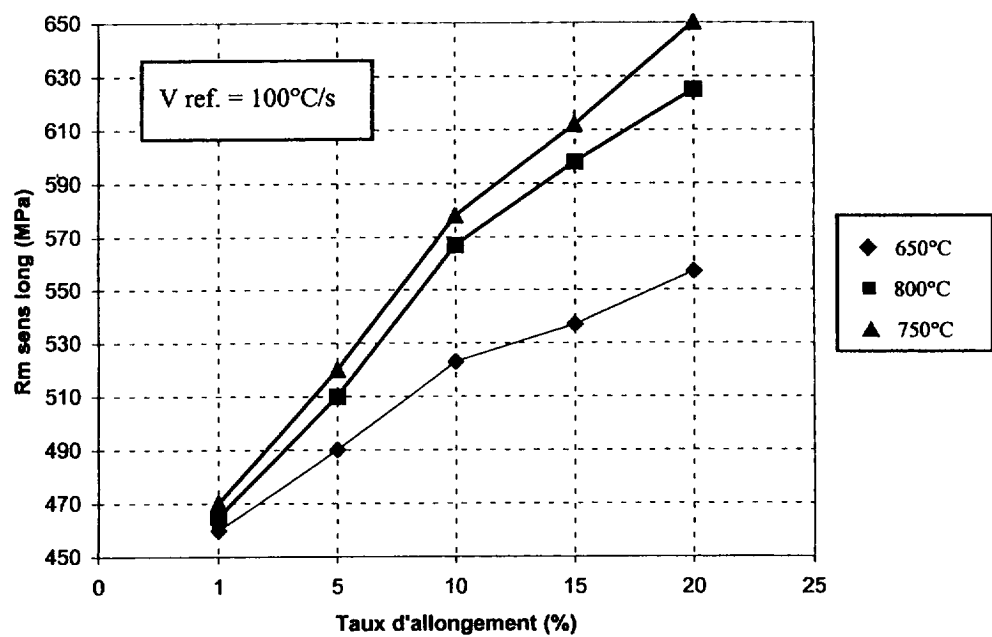


FIG. 1

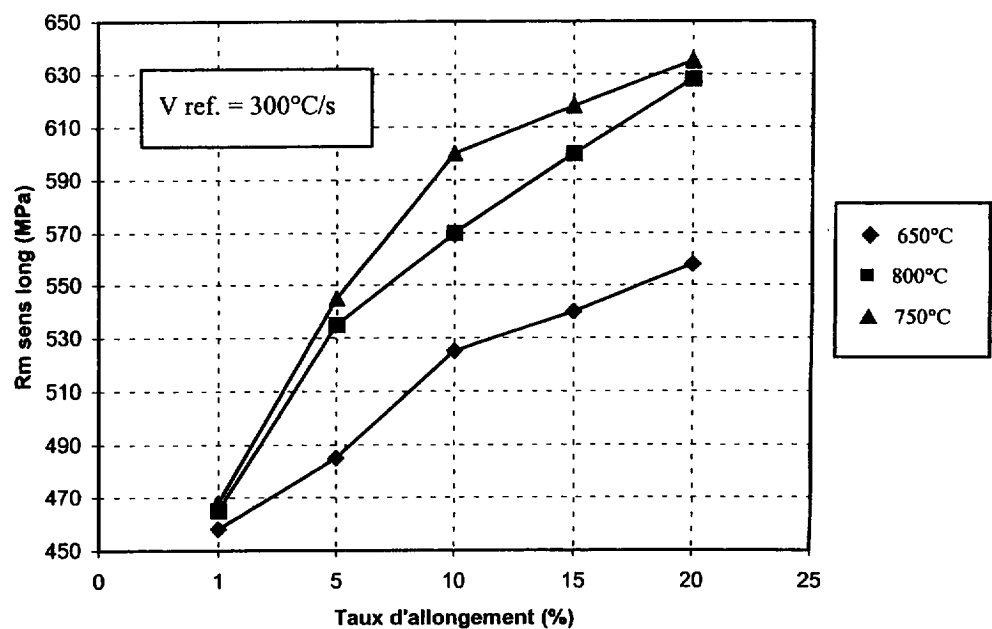


FIG. 2

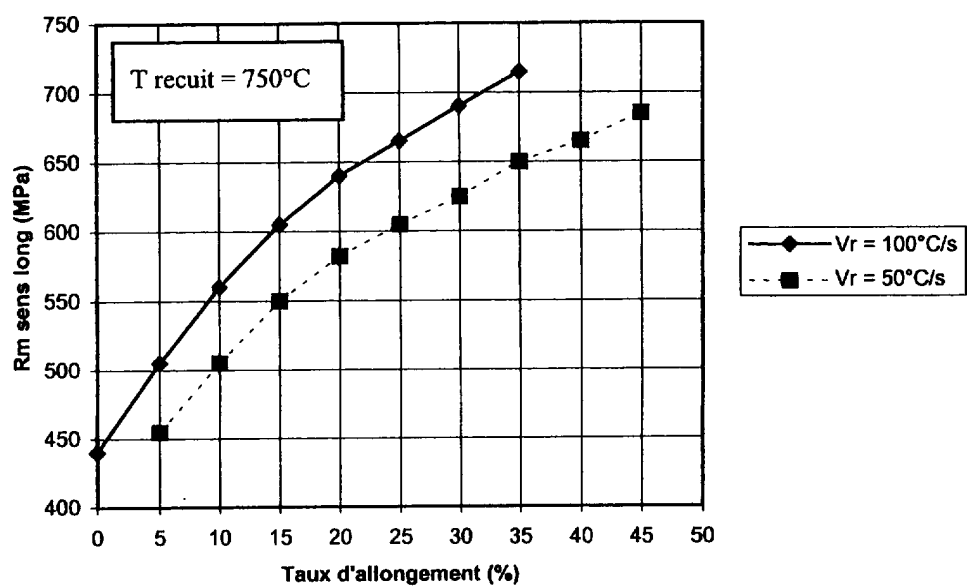


FIG. 3

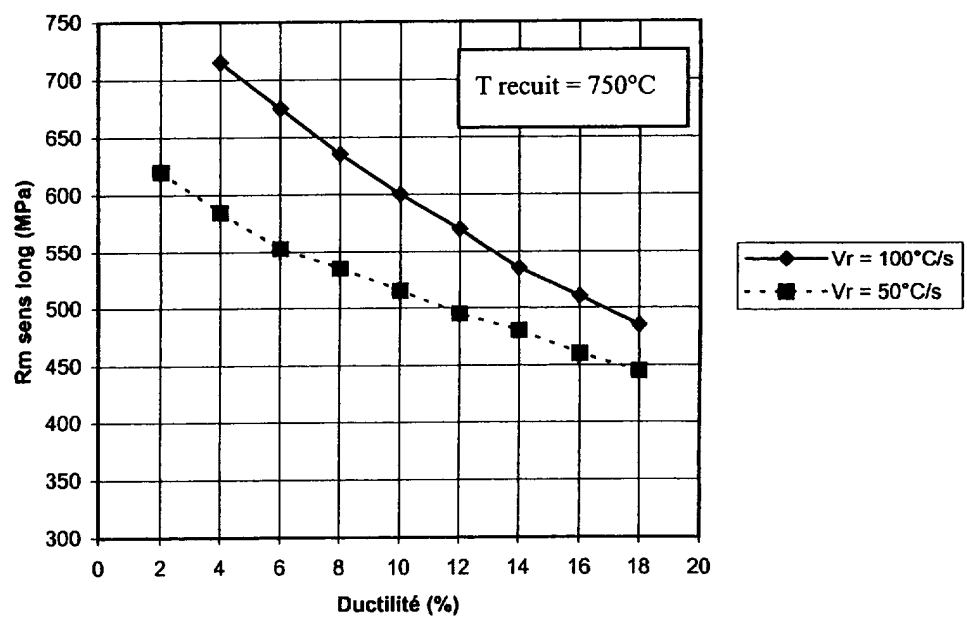
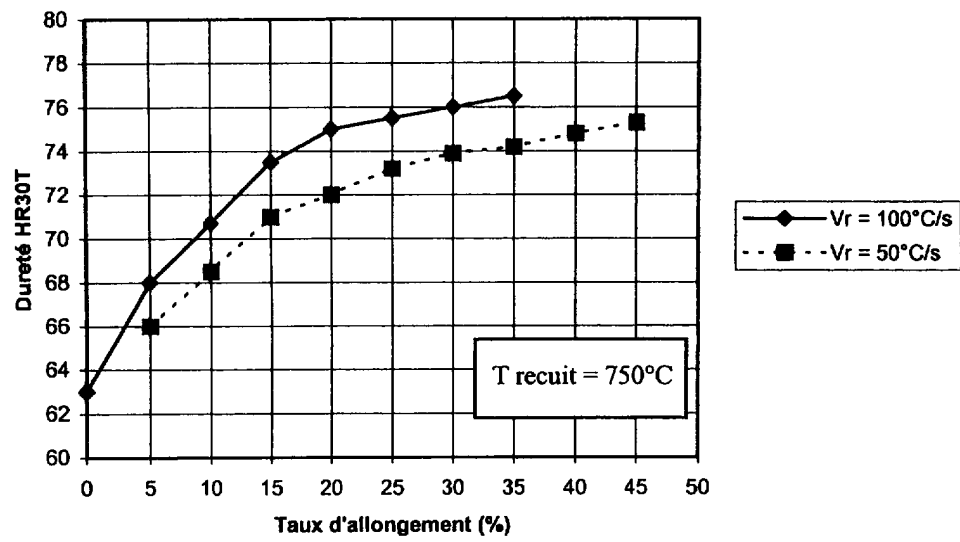


FIG. 4

**FIG. 5**



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 00 40 1865

| 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.7)       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | FR 2 291 277 A (NIPPON KOKAN KK)<br>11 juin 1976 (1976-06-11)<br>* revendication 1; tableau 2 * | 1                                                           | C21D8/04<br>C21D9/48                      |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | EP 0 764 725 A (LORRAINE LAMINAGE)<br>26 mars 1997 (1997-03-26)                                 |                                                             |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | EP 0 073 092 A (KAWASAKI STEEL CO)<br>2 mars 1983 (1983-03-02)                                  |                                                             |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | DE 196 22 164 C (THYSSEN STAHL AG)<br>7 mai 1997 (1997-05-07)                                   |                                                             |                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |                                                             | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |                                                             | C21D                                      |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                             |                                           |
| Lieu de la recherche<br><b>LA HAYE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                 | Date d'achèvement de la recherche<br><b>12 octobre 2000</b> | Examineur<br><b>Mollet, G</b>             |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                 |                                                             |                                           |

EPO FORM 1503/03.82 (P04C02)

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

EP 00 40 1865

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.

12-10-2000

| 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 |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 2291277 A                                    | 11-06-1976             | JP 1054645 C                            | 23-07-1981             |
|                                                 |                        | JP 51057623 A                           | 20-05-1976             |
|                                                 |                        | JP 55048575 B                           | 06-12-1980             |
|                                                 |                        | BE 835666 A                             | 16-03-1976             |
|                                                 |                        | BR 7507609 A                            | 03-08-1976             |
|                                                 |                        | CA 1054495 A                            | 15-05-1979             |
|                                                 |                        | DE 2551791 A                            | 20-05-1976             |
|                                                 |                        | GB 1514270 A                            | 14-06-1978             |
|                                                 |                        | US 4050959 A                            | 27-09-1977             |
| EP 0764725 A                                    | 26-03-1997             | FR 2739105 A                            | 28-03-1997             |
| EP 0073092 A                                    | 02-03-1983             | JP 58027933 A                           | 18-02-1983             |
|                                                 |                        | JP 61016323 B                           | 30-04-1986             |
|                                                 |                        | AU 527182 B                             | 17-02-1983             |
|                                                 |                        | DE 3265188 D                            | 12-09-1985             |
|                                                 |                        | NO 822343 A,B,                          | 14-02-1983             |
|                                                 |                        | US 4561909 A                            | 31-12-1985             |
| DE 19622164 C                                   | 07-05-1997             | BR 9709633 A                            | 10-08-1999             |
|                                                 |                        | WO 9746720 A                            | 11-12-1997             |
|                                                 |                        | EP 0914480 A                            | 12-05-1999             |
|                                                 |                        | PL 330318 A                             | 10-05-1999             |

EPO FORM P0460

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