



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**08.06.2005 Bulletin 2005/23**

(51) Int Cl.7: **C21D 9/573**, C21D 9/00,  
C21D 9/56

(21) Numéro de dépôt: **03447278.7**

(22) Date de dépôt: **01.12.2003**

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

- **Fouarge, André**  
**4000 Liège (BE)**
- **Bouquegneau, Denis**  
**4470 Saint-Georges-sur-Meuse (BE)**

(71) Demandeur: **R & D du groupe Cockerill-Sambre**  
**4000 Liège (BE)**

(74) Mandataire: **Van Malderen, Michel et al**  
**Office van Malderen**  
**85/043 Boulevard de la Sauvenière**  
**4000 Liège (BE)**

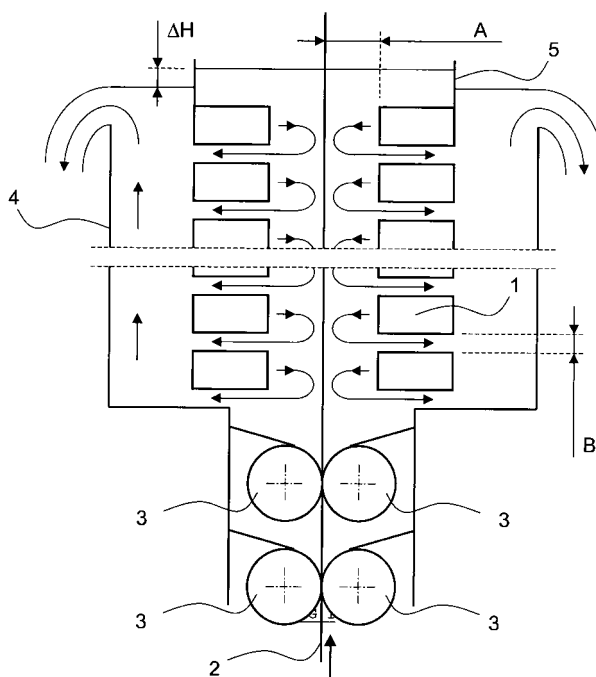
(72) Inventeurs:  

- **Lecomte, Stéphane**  
**4257 Berloz (BE)**

(54) **Procédé et Dispositif de refroidissement d'une bande d'acier**

(57) La présente invention se rapporte à un dispositif de refroidissement, au moyen de jets immergés, pour réaliser une opération de trempe lors du traitement de recuit en continu d'un produit plat ou une bande métallurgique, de préférence une bande d'acier, caracté-

sé en ce que ledit dispositif comprend une pluralité de tubes (1) disposés de manière essentiellement horizontale et symétriquement de part et d'autre de la bande (2) le long de celle-ci et qui projettent un fluide de refroidissement vers la bande au travers d'une fente ou d'une pluralité de trous.



**FIG. 1**

## Description

### Objet de l'invention

**[0001]** La présente invention se rapporte à un dispositif destiné à la mise en oeuvre du refroidissement d'une bande d'acier, dans le cadre d'un processus de recuit en continu. En particulier, ce refroidissement est réalisé au moyen de jets d'eau immergés. Cette opération de refroidissement peut être réalisée consécutivement à une première opération de refroidissement dans un bain d'eau bouillante.

### Etat de la technique

**[0002]** Le recuit continu est un traitement thermochimique que l'on applique aux bandes d'acier après le laminage à froid. La "bande" d'acier est le produit sidérurgique qui, découpé, donnera des tôles utilisées notamment pour la fabrication des carrosseries automobiles, des carcasses d'appareils électroménagers, etc.

**[0003]** Le procédé de recuit continu consiste à faire défiler la bande d'acier dans un four où elle est exposée à un chauffage et à un refroidissement contrôlés. Dans le four de recuit continu, la bande d'acier circule verticalement, selon une série de brins successifs, montants et descendants, et défile ainsi séquentiellement au travers des diverses étapes du traitement.

**[0004]** Le traitement de la bande dans le four comprend généralement les étapes thermiques successives suivantes :

- préchauffage et chauffage : la bande atteint une température de 700 à 850°C en 2 à 3 minutes ;

**[0005]** Le traitement de la bande dans le four comprend généralement les étapes thermiques successives suivantes :

- préchauffage et chauffage : la bande atteint une température de 700 à 850°C en 2 à 3 minutes ;
- maintien à la température maximale durant 1 minute environ ;
- refroidissement lent, par exemple à l'eau bouillante ;
- refroidissement rapide (appelé "trempe"), par exemple par eau sous forme liquide projetée sur la bande à une température pouvant aller au maximum jusqu'à sa température d'ébullition.
- surveillance ;
- refroidissement final.

**[0006]** Ces différentes étapes sont nécessaires à la mise en oeuvre du traitement métallurgique visé, à savoir la recristallisation, la précipitation des carbures, l'obtention des structures finales ou encore l'obtention d'un acier non vieillissant, etc.

**[0007]** En particulier, ces dernières années, on a vu

l'émergence d'une demande accrue, émanant notamment de l'industrie automobile, pour des tôles d'acier présentant simultanément des propriétés de résistance et de formabilité améliorées.

**[0008]** Dans ce cadre, la phase de refroidissement joue un rôle particulièrement crucial puisqu'elle permet, dans certains cas, de réduire la concentration en éléments d'alliage coûteux nécessaires à la réalisation de structures microscopiques particulières, comme par exemple de type "dual phase", multiphase, "HLE" (Haute Limite Elastique), etc. Le procédé de refroidissement correspond donc à un enjeu métallurgique et économique non négligeable.

**[0009]** Les principales technologies de refroidissement appliquées industriellement sont :

- le refroidissement par jets de gaz ;
- l'immersion dans un bain d'eau, éventuellement "agitée" ;
- le refroidissement par passage sur des rouleaux refroidis ;
- le refroidissement par jets d'eau ;
- le refroidissement par un brouillard d'eau créé par pulvérisation au moyen d'un gaz supersonique, cette technologie étant appelée "misting jet".

**[0010]** Par le passé, la Demanderesse a développé un procédé de refroidissement qui consiste à immerger la bande d'acier dans un bain d'eau proche de sa température d'ébullition. Bien que ce procédé soit caractérisé par une homogénéité de refroidissement exceptionnelle et par un coefficient de transfert thermique constant quelles que soient les conditions de la ligne, il possède également certaines limitations.

**[0011]** D'une part, les vitesses de refroidissement qu'il est possible d'atteindre sont relativement faibles, à savoir environ 50°C/s pour une bande d'acier de 1mm d'épaisseur. Cette limitation provient du fait que lorsqu'une bande d'acier est immergée à haute température dans un bain d'eau bouillante, il se forme au voisinage de sa surface un film de vapeur stable, dans un régime dit de "caléfaction", qui limite considérablement les échanges thermiques. On entend par caléfaction la présence d'un film de vapeur, engendré par ébullition importante, entre une paroi chaude et un fluide qui est soit un liquide, soit un mélange diphasique de liquide et de vapeur, cette présence ayant pour conséquence un mauvais transfert de chaleur entre la paroi et le fluide.

**[0012]** D'autre part, la température de la bande d'acier à la sortie du bain d'eau bouillante doit rester supérieure à 300°C environ. Lorsque la température de la bande devient inférieure à cette température, le film de vapeur devient instable et on passe en régime d'ébullition dite nucléée. Dans ce dernier régime, des régions voisines de la bande sont soumises à des flux de chaleur différents, ce qui crée des différences de température importantes. Ces gradients de température induisent dans l'acier des contraintes mécaniques, qui risquent de

créer des déformations plastiques, donc permanentes et de mener à des défauts de planéité.

[0013] Des solutions ont été proposées afin de pallier ces défauts. On peut par exemple immerger la bande d'acier dans un bain d'eau froide statique. Mais cette solution conduit également à l'apparition de défauts de planéité.

[0014] D'autres solutions ont été avancées, qui consistent à refroidir la bande d'acier au moyen de jets immergés, afin d'empêcher la formation locale de zones d'ébullition dans le voisinage de celle-ci. Ces systèmes de refroidissement peuvent être ou non précédés par un refroidissement plus lent, de type "gas jet cooling" ou immersion dans un bain d'eau statique.

[0015] Ainsi, dans la demande de brevet JP-A-58 039210, la bande est d'abord refroidie dans un bain d'eau dont la température est supérieure à 60°C, jusqu'à une température comprise entre 200 à 500°C, gamme de températures dans laquelle se produit la transition entre l'ébullition en film et l'ébullition nucléée. On préconise alors de refroidir la bande juste avant ou juste après la transition au moyen de jets d'eau immergés jusqu'à ce que la bande atteigne la température du bain.

[0016] Une solution similaire (JP-A-60 009834) utilise un ensemble de rampes de refroidissement, disposées de part et d'autre de la bande d'acier, et immergées dans une cuve d'eau dont la température est comprise entre 60 et 70% de la température d'ébullition. Pour une configuration donnée des rampes d'aspersion, un écoulement laminaire est généré, ce qui permet d'éviter la formation d'un film de vapeur au voisinage de la bande d'acier.

[0017] Une autre solution consiste encore à faire circuler de l'eau entre deux plaques planes parallèlement et à contre-courant par rapport au sens de défilement de la bande (EP-A-210847, JP-A-63 145722, JP-A-62 238334).

[0018] Un autre document propose d'utiliser la pression d'impact des jets afin de supprimer les déformations de la bande lors de la trempe (voir JP-A-11 193418). Le déposant préconise d'appliquer de part et d'autre de la bande d'acier une pression d'au moins 500N/cm<sup>2</sup>.

[0019] Enfin, il est également possible de contrôler le refroidissement au moyen d'additifs dans le bain de trempe, de manière à éviter l'ébullition et ainsi limiter le niveau des contraintes internes dans l'acier lors de la trempe (JP-A-57 085923).

[0020] Bien que de nombreuses solutions aient été avancées, l'obtention simultanée de performances thermiques élevées et d'une bonne planéité en sortie de refroidissement rapide par voie liquide reste à ce jour un défi majeur.

### **Buts de l'invention**

[0021] La présente invention vise à réaliser une opé-

ration dite de trempe, typiquement à une vitesse supérieure à 1000°C/s, applicable à des produits métallurgiques plats, de préférence en acier, sous forme de bandes laminées à froid.

5 [0022] Cette opération de trempe doit être mise en oeuvre au moyen de jets d'eau froide, dont la température est de préférence comprise entre 0°C et 50°C, lesdits jets étant immergés.

10 [0023] L'invention vise à assurer des conditions de refroidissement aussi homogènes que possible sur toute la largeur de la bande d'acier, par la maîtrise des écoulements au sein du dispositif.

15 [0024] Ainsi, la température de la bande à l'entrée du dispositif doit être comprise entre 750°C et 350°C et la température à la sortie doit être comprise entre 0°C et 150°C.

### **Principaux éléments caractéristiques de l'invention**

20 [0025] Un premier objet de la présente invention concerne un dispositif de refroidissement, pour réaliser une opération de trempe lors du traitement de recuit en continu d'un produit plat ou une bande métallurgique, de préférence une bande d'acier, caractérisé en ce que le-

25 dit dispositif comprend une pluralité de tubes disposés de manière essentiellement horizontale et symétriquement de part et d'autre de la bande le long de celle-ci et qui projettent un fluide de refroidissement vers la bande au travers d'une fente ou d'une pluralité de trous.

30 [0026] Selon l'invention, le fluide de refroidissement est de l'eau liquide maintenue à une température inférieure à 50°C.

35 [0027] De préférence, le dispositif est localisé en brin essentiellement vertical (écart angulaire par rapport à la verticale inférieur à 30°), montant ou descendant et de préférence encore, le dispositif est localisé en brin vertical montant tout en étant directement précédé par une cuve d'eau à la température d'ébullition.

40 [0028] L'invention sera avantageusement mise en oeuvre sur une installation où le produit métallurgique à traiter possède une vitesse de défilement comprise entre 0,25m/s et 20m/s, et une épaisseur comprise entre 0,1mm et 10mm.

45 [0029] Une caractéristique importante de l'invention réside dans le fait que les tubes de refroidissement sont dimensionnés de telle manière que la vitesse d'éjection du fluide de refroidissement soit homogène sur toute la largeur de bande.

50 [0030] De préférence, le rapport entre la section de passage d'un tube et la section libre d'aspersion de ce tube, c'est-à-dire l'aire de la fente ou l'aire cumulée des trous, est supérieur à 1. Ainsi, on garantit que la distribution des vitesses est telle que l'écart relatif entre la vitesse maximale ( $V_{max}$ ) et la vitesse minimale ( $V_{min}$ ) d'éjection suivant la largeur du tube est inférieur à 5 % ou

$$\frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \leq 0,05.$$

**[0031]** Avantageusement, les tubes de refroidissement sont immergés.

**[0032]** Selon une modalité préférée de l'invention, lesdits tubes ont une section rectangulaire. De préférence, le rapport d'un côté au côté adjacent de la section rectangulaire est compris entre 0,1 et 10 et l'épaisseur des tubes est comprise entre 0,25 fois et 10 fois le diamètre des trous ou l'épaisseur de la fente, en vue de contrôler la cohérence du jet, le rapport entre l'épaisseur des tubes et le diamètre des trous étant le cas échéant encore de préférence égal à 2/3.

**[0033]** Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, ledit dispositif est pourvu dans sa partie inférieure de moyens d'étanchéité, de préférence un sas à double paire de rouleaux, permettant à la fois le passage de la bande et la création d'une perte de charge limitant au minimum les fuites vers le bas du caisson de refroidissement.

**[0034]** Toujours avantageusement, la distance (A) entre chaque tube et la bande est comprise entre 50mm et 200mm.

**[0035]** L'invention permet avantageusement d'éviter les phénomènes d'ébullition locale en choisissant un débit spécifique du fluide de refroidissement sur une face de la bande compris entre 250 et 1000m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>2</sup>. Dans un exemple de dispositif testé par la Demanderesse, le débit spécifique maximum par face était d'environ 580 m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>2</sup>.

**[0036]** Ainsi, la vitesse d'éjection ( $V_{jet}$ ) satisfait le critère suivant, respectivement :

- pour des trous :

$$V_{JET} \geq 0,1 \frac{D_{NS}}{d},$$

- pour des fentes :

$$- V_{JET} \geq 0,25 \left( \frac{D_{NS}}{d} \right)^{\frac{1}{2}},$$

où  $D_{NS}$  représente la distance entre le tube et la bande et  $d$  représente le diamètre d'un trou ou l'épaisseur de la fente.

**[0037]** Ces deux critères, issus de la théorie des jets turbulents, donnent l'atténuation de la vitesse maximale d'un jet turbulent avec un environnement à vitesse nulle. Les critères sont calculés sur base d'une vitesse minimale de 2,5m/s. La vitesse maximale du jet à 50mm (position de la bande par rapport à l'orifice du jet) est de 0,65m/s. La vitesse de 0,65m/s est donc considérée comme la vitesse minimale du jet lorsque celui-ci atteint

la bande, pour casser la couche de caléfaction.

**[0038]** De préférence, le fluide de refroidissement injecté par les tubes est évacué entre ceux-ci, la distance (B) entre deux tubes successifs étant identique pour tous les tubes, la perte de charge étant inférieure à 150mm de colonne d'eau.

**[0039]** Toujours selon l'invention, le dispositif de refroidissement est pourvu d'un déversoir dont la hauteur est au minimum celle du jet supérieur, afin que tous les jets soient immergés.

**[0040]** Avantageusement, le tube supérieur est équipé d'un barrage dont la hauteur est au moins égale à la somme de l'épaisseur de la lame d'eau (H) au déversoir et de la hauteur de colonne d'eau ( $\Delta H$ ) correspondant à la perte de charge entre les tubes à débit maximum.

**[0041]** Selon des modalités alternatives d'exécution préférées, les tubes sont alimentés en fluide de refroidissement en commençant par le tube le plus inférieur, ou encore à mi-hauteur de la pluralité de tubes, lesdits tubes étant éventuellement calibrés pour compenser des pertes de charge.

**[0042]** Un deuxième objet de la présente invention concerne un procédé de trempe lors du traitement de recuit en continu d'un produit plat ou d'une bande métallurgique, de préférence une bande d'acier, mettant en oeuvre un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour atteindre une puissance de refroidissement comprise entre 1000kW/m<sup>2</sup> et 10000kW/m<sup>2</sup> par face de produit métallurgique.

**[0043]** Selon le procédé de l'invention, la température de la bande à l'entrée du dispositif est comprise entre 350°C et 750°C et la température à la sortie est comprise entre 50°C et 450°C, de préférence entre 50°C et 100°C ou entre 350 et 450°C.

### Brève description des figures

**[0044]** La figure 1 représente schématiquement une vue en coupe du dispositif de refroidissement selon la présente invention.

**[0045]** La figure 2 représente schématiquement une disposition des trous destinés à la projection d'eau sur la bande d'acier dans le dispositif de la présente invention.

**[0046]** La figure 3 illustre graphiquement les performances thermiques du dispositif de refroidissement selon l'invention.

**[0047]** La figure 4 illustre les performances dudit dispositif en termes de planéité de la bande d'acier.

**[0048]** Les figures 5 et 6 illustrent l'impact de l'uniformité du refroidissement sur l'homogénéité des propriétés mécaniques de la bande d'acier. La figure 5 se rapporte à un acier de la famille "dual phase", tandis que la figure 6 se rapporte à un acier de la famille des aciers multiphasés.

**[0049]** La figure 7 donne schématiquement les différentes positions des éprouvettes prélevées en fonction de la largeur de la tôle, pour la réalisation des essais

relatifs aux figures 5 et 6.

**[0050]** La figure 8 indique les paramètres permettant de calculer l'indice de planéité, ces paramètres caractérisant la sinusoïde à laquelle est assimilé le profil longitudinal de la bande en rive.

### **Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention**

**[0051]** Comme le montre la figure 1, le dispositif de refroidissement est constitué d'un ensemble de tubes 1, dits "rampes" ou "rampes de refroidissement", disposés symétriquement de part et d'autre de la bande d'acier à refroidir. Ces rampes sont immergées et alimentées latéralement en fluide de refroidissement. Leur section est de préférence rectangulaire. Dans la suite de l'exposé de l'invention, les termes "tubes" et "rampes" seront indistinctement utilisés.

**[0052]** L'immersion des rampes est réalisée au moyen d'un système d'étanchéité, situé dans la partie inférieure du dispositif, qui permet à la fois le passage de la bande d'acier 2 et la création d'une perte de charge maximum de manière à limiter au minimum le débit de fuite du fluide de refroidissement vers le bas du caisson. Dans l'application présentée, ce système d'étanchéité est constitué d'une double paire de rouleaux 3, appliqués contre la bande d'acier et positionnés symétriquement par rapport à celle-ci. Entre les rouleaux, on injecte un fluide dont on peut contrôler la pression et/ou la température.

**[0053]** Le fluide de refroidissement est préférentiellement de l'eau. Les rampes de refroidissement sont situées à une distance A de la ligne de passe de la bande 2. Pour des raisons d'encombrement, d'une part, et afin de limiter le débit total dans le système, pour des performances équivalentes, d'autre part, la distance maximum entre la bande et les rampes de refroidissement est fixée à 200mm.

**[0054]** Un espace B est laissé entre deux rampes successives afin que l'eau injectée par les rampes puisse être évacuée entre celles-ci. Ceci garantit un écoulement aussi homogène que possible suivant la largeur de la bande d'acier. Le choix de la distance B résulte d'un compromis entre une puissance de refroidissement spécifique P maximum, la puissance spécifique étant définie comme la puissance de refroidissement par unité de surface et par face de bande à refroidir, et une perte de charge minimale à travers les canaux d'évacuation, afin d'assurer un renouvellement suffisamment rapide du fluide de refroidissement au voisinage de la tôle, et ainsi éviter la formation de zones d'ébullition locales au voisinage de la bande. La distance B est choisie identique entre deux rampes successives pour toutes les rampes, afin d'assurer des conditions d'écoulement identiques en face de toutes les rampes d'aspersion. Ceci permet donc d'obtenir une homogénéité verticale de l'écoulement. De cette manière, le fluide de refroidissement injecté par une rampe donnée est évacué

au moyen des canaux directement adjacents à cette rampe. On évite ainsi de créer des chemins préférentiels et on minimise le temps de passage du fluide de refroidissement au voisinage de la bande, toujours pour éviter la formation locale de zones d'ébullition.

**[0055]** Chaque rampe de refroidissement 1 est pourvue, sur la face exposée à la bande, d'au moins une fente ou d'un ensemble de trous, comme représenté à la figure 2, destinés à la projection du fluide de refroidissement vers la bande. La distance entre deux trous successifs doit être telle que l'écoulement dans le proche voisinage de la bande puisse être assimilé à celui d'une fente. La vitesse d'éjection du fluide doit être suffisante afin d'éviter de former des zones d'ébullition au voisinage de la bande. Cette vitesse d'éjection V est choisie en fonction de la distance A par rapport à la bande et est typiquement comprise entre 0 et 10m/s.

**[0056]** En aval des canaux d'évacuation, le dispositif ou caisson de refroidissement comprend un déversoir 4, sur toute la largeur du caisson et dont la hauteur correspond au niveau du jet de la dernière rampe, ce qui garantit que dans toutes les conditions de fonctionnement, la dernière rampe soit immergée au même titre que les autres.

**[0057]** Afin d'assurer des conditions d'écoulement identiques en face de chaque rampe :

- la rampe de refroidissement supérieure est surmontée d'un barrage 5 dont la hauteur est au moins égale à la somme de l'épaisseur H de la nappe d'eau au déversoir et de la hauteur de colonne d'eau  $\Delta H$  correspondant à la perte de charge  $\Delta P$  au travers des canaux d'évacuation, pour le débit maximum  $Q_{max}$  ;
- un canal d'évacuation est réalisé en dessous de la dernière rampe.

**[0058]** Ainsi, lorsque le système fonctionne, une différence de niveau d'eau existe entre la face avant, ou côté bande, et la face arrière, ou côté déversoir, des rampes. Cette différence est égale à la hauteur de colonne d'eau correspondant à la perte de charge entre deux rampes, pour un débit donné.

**[0059]** Les performances de refroidissement du dispositif, illustrées à la figure 3, ont été mesurées en conditions industrielles par bilan thermique sur base des grandeurs suivantes : températures de la bande d'acier à l'entrée et à la sortie du dispositif, longueur de la section de refroidissement et vitesse de défilement de la bande d'acier à travers le dispositif. La figure 3 montre que la puissance de refroidissement spécifique, exprimée en kW par mètre carré et par face de bande, est une fonction linéaire du débit spécifique, lui-même exprimé en mètres cubes par heure et par mètre carré pour les deux faces cumulées. Dans les conditions envisagées ici, la puissance spécifique est comprise entre 4000 et 6000kW/m<sup>2</sup> et par face de produit.

**[0060]** La figure 4 illustre les performances du dispo-

sitif pour ce qui concerne la planéité de la bande d'acier. Elles sont l'image de l'homogénéité du refroidissement et par conséquent de la maîtrise des écoulements dans le dispositif. La caractérisation de la planéité concerne ici des rives longues. Chaque point de la figure représente un point de fonctionnement du dispositif - défini par la puissance de refroidissement spécifique associée - à un instant donné durant la campagne d'essais industriels. A chaque point de fonctionnement, on associe un indice de planéité, exprimé en unités "I". Une unité "I" correspond à un allongement relatif de 1mm pour 100m de bande d'acier.

**[0061]** Dans le cas d'un défaut de type "rive longue", le profil longitudinal de la bande en rive peut être assimilé à une sinusoïde, de longueur d'onde L et d'amplitude X. L'indice de planéité est calculé sur base des mesures de L et de X (voir figure 8) au moyen de la relation suivante :

$$\frac{\Delta L}{L} \cdot 10^5 [I] = \left( \frac{X[mm]}{2 \cdot L[m]} \right)^2.$$

**[0062]** Sur la figure 4 ont été représentés deux seuils de référence, 120 et 240 unités "I", qui correspondent aux tolérances de planéité admissibles par deux lignes d'électrozingage. La figure montre que la majorité des points de fonctionnement se situent en deçà du seuil de la ligne la plus exigeante.

**[0063]** Les figures 5 et 6 illustrent l'impact de l'uniformité du refroidissement sur l'homogénéité des propriétés mécaniques. La figure 5 se rapporte à un acier de la famille "dual phase". La figure 6 se rapporte à un acier de la famille SPPH (acier fortement allié). Dans les deux cas, les propriétés mécaniques sont caractérisées par un essai de traction. Les éprouvettes sont prélevées à différentes positions suivant la largeur de la tôle, selon le schéma représenté à la figure 7 :

- 1) Extrême rive,
- 2) Rive,
- 3) Quart,
- 4) Centre,
- 5) Centre,
- 6) Quart,
- 7) Rive,
- 8) Extrême rive.

**[0064]** Sur les figures 5 et 6, on a représenté respectivement la charge à rupture, la limite élastique (uniquement Fig. 6) et l'allongement à 80% de la charge à rupture. On peut conclure de ces observations qu'il y a une bonne homogénéité des propriétés mécaniques suivant la largeur de la bande.

## Revendications

1. Dispositif de refroidissement, pour réaliser une opération de trempe lors du traitement de recuit en continu d'un produit plat ou une bande métallurgique, de préférence une bande d'acier, **caractérisé en ce que** ledit dispositif comprend une pluralité de tubes (1) disposés de manière essentiellement horizontale et symétriquement de part et d'autre de la bande (2) le long de celle-ci et qui projettent un fluide de refroidissement vers la bande au travers d'une fente ou d'une pluralité de trous.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le fluide de refroidissement est de l'eau liquide maintenue à une température inférieure à 50°C.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dispositif est localisé en brin essentiellement vertical montant ou descendant.
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le dispositif est localisé en brin vertical montant et est directement précédé par une cuve d'eau à la température d'ébullition.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le produit métallurgique à traiter possède une vitesse de défilement comprise entre 0,25m/s et 20m/s.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le produit métallurgique à traiter a une épaisseur comprise entre 0,1mm et 10mm.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les tubes de refroidissement (1) sont dimensionnés de telle manière que la vitesse d'éjection du fluide de refroidissement soit homogène sur toute leur largeur de bande (2).
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le rapport entre la section de passage d'un tube et la section libre d'aspersion de ce tube, c'est-à-dire l'aire de la fente ou l'aire cumulée des trous, est supérieur à 1.
9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** les tubes de refroidissement (1) sont immergés.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdits tubes (1) ont une section rectangulaire.

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le rapport d'un côté au côté adjacent de la section rectangulaire est compris entre 0,1 et 10.
12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** l'épaisseur des tubes est comprise entre 0,25 fois et 10 fois le diamètre des trous ou l'épaisseur de la fente, le rapport entre l'épaisseur des tubes et le diamètre des trous étant le cas échéant de préférence égal à 2/3.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit dispositif est pourvu dans sa partie inférieure de moyens d'étanchéité (3), de préférence un sas à double paire de rouleaux, permettant à la fois le passage de la bande (2) et la création d'une perte de charge limitant au minimum les fuites vers le bas du caisson de refroidissement.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la distance (A) entre chaque tube (1) et la bande (2) est comprise entre 20mm et 200mm.
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le débit spécifique du fluide de refroidissement sur une face de la bande est compris entre 250 et 1000m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>2</sup>, pour éviter des phénomènes d'ébullition locale au voisinage de la bande.
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le fluide de refroidissement injecté par les tubes (1) est évacué entre celles-ci, la distance (B) entre deux tubes successifs étant identique pour tous les tubes (1), la perte de charge étant inférieure à 150mm de colonne d'eau.
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement est pourvu d'un déversoir (4) dont la hauteur est au minimum celle du jet supérieur, afin que tous les jets soient immergés.
18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le tube supérieur est équipé d'un barrage (5) dont la hauteur est au moins égale à la somme de l'épaisseur de la lame d'eau (H) au déversoir et de la hauteur de colonne d'eau ( $\Delta H$ ) correspondant à la perte de charge entre les tubes à débit maximum.
19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les tubes sont alimentés en fluide de refroidissement en commençant par le tube le plus inférieur, ou encore à mi-hauteur de la pluralité de tubes, lesdits tubes étant éventuellement calibrés pour compenser des pertes de charge.
20. Procédé de trempe lors du traitement de recuit en continu d'un produit plat ou d'une bande métallurgique, de préférence une bande d'acier, mettant en oeuvre un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour atteindre une puissance de refroidissement comprise entre 1000kW/m<sup>2</sup> et 10000kW/m<sup>2</sup> par face de produit métallurgique.
21. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la température de la bande à l'entrée du dispositif est comprise entre 350°C et 750°C et la température à la sortie est comprise entre 50°C et 450°C, de préférence entre 50°C et 100°C ou entre 350°C et 450°C.

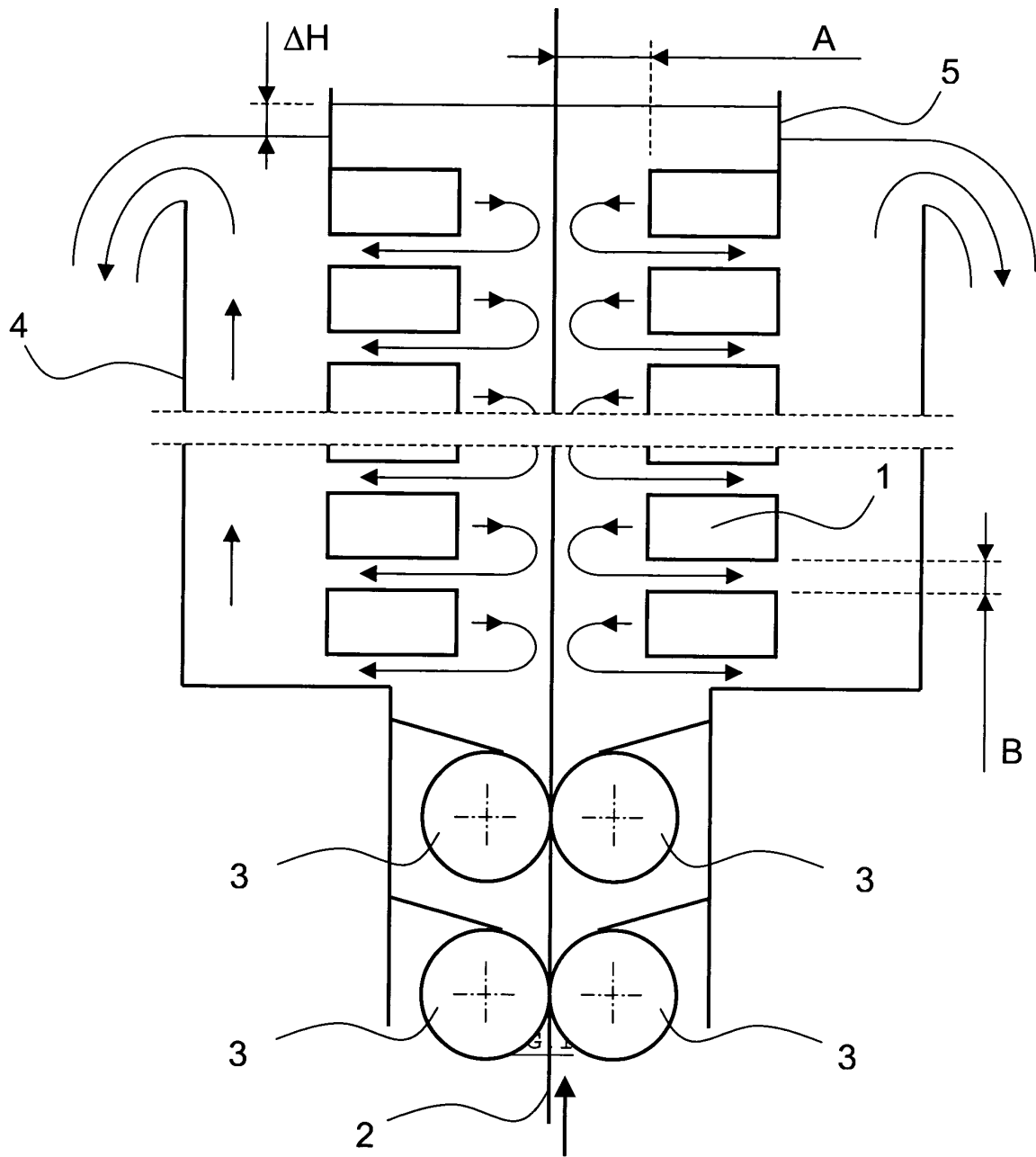


FIG. 1

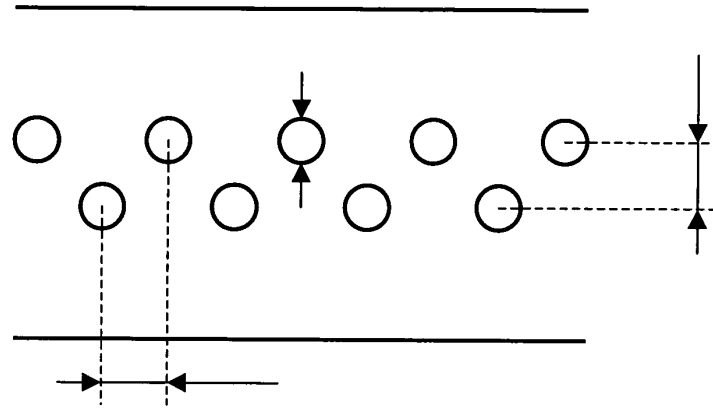


FIG. 2

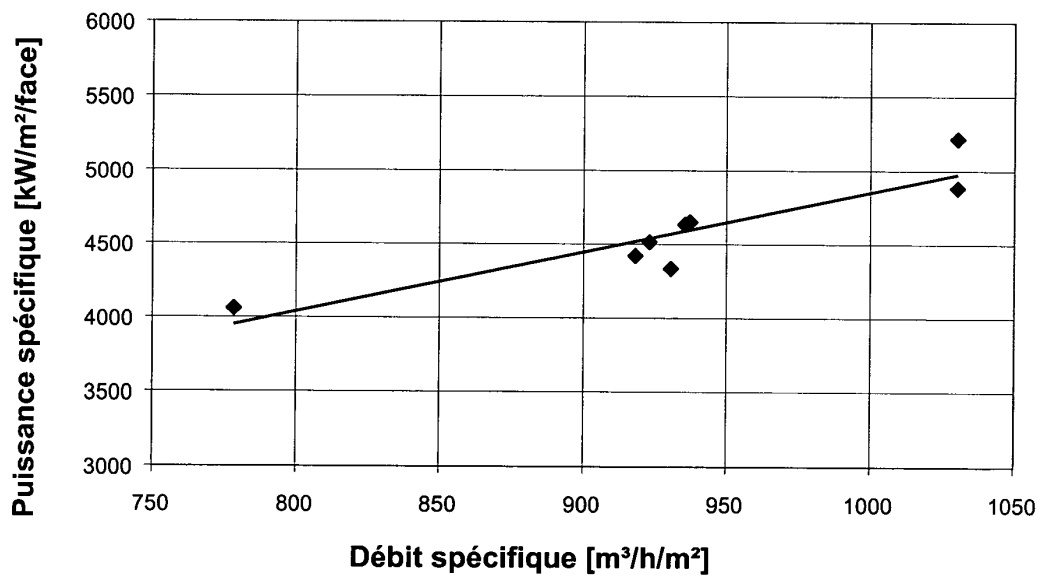


FIG. 3

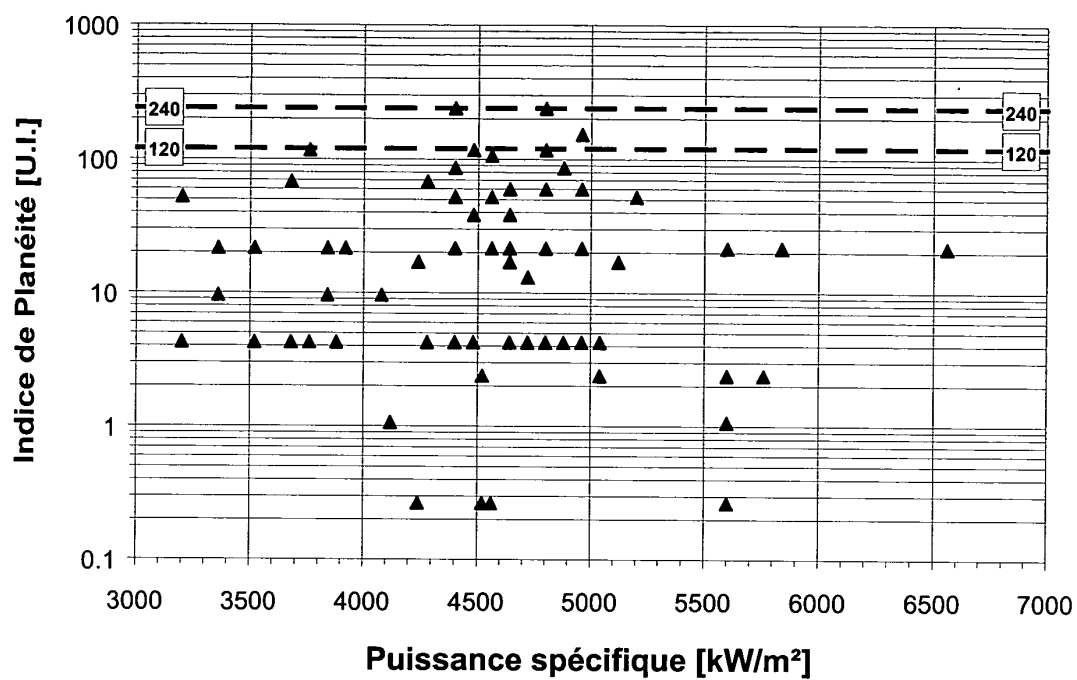


FIG. 4

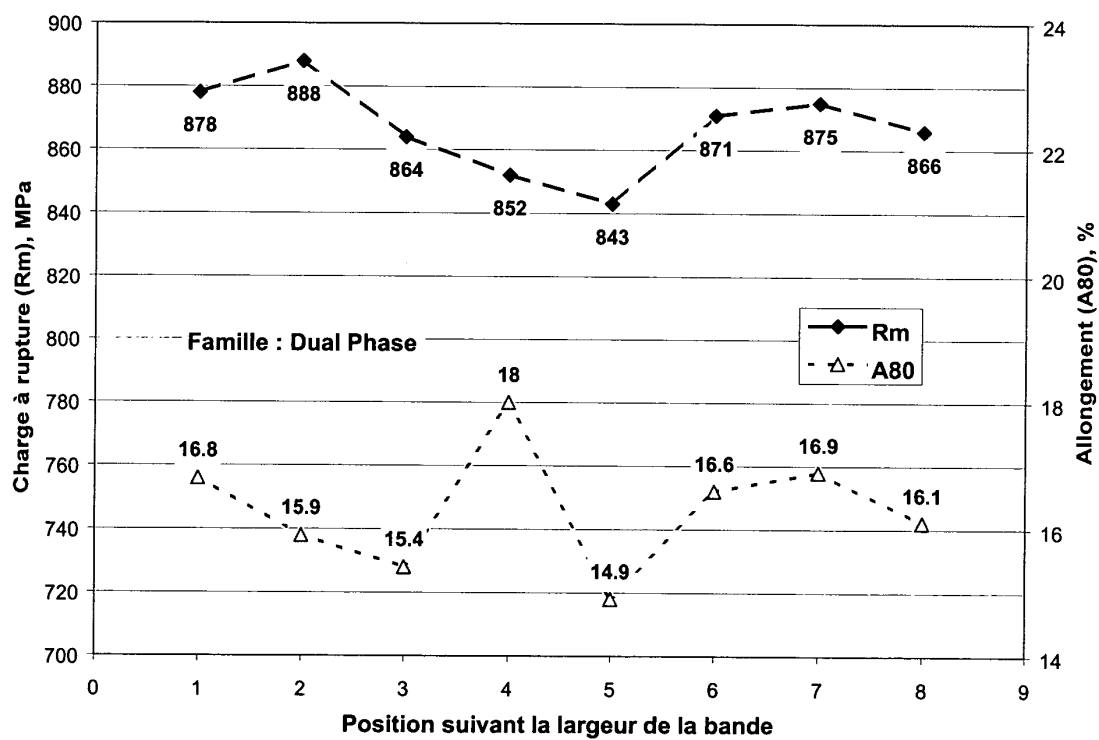


FIG. 5

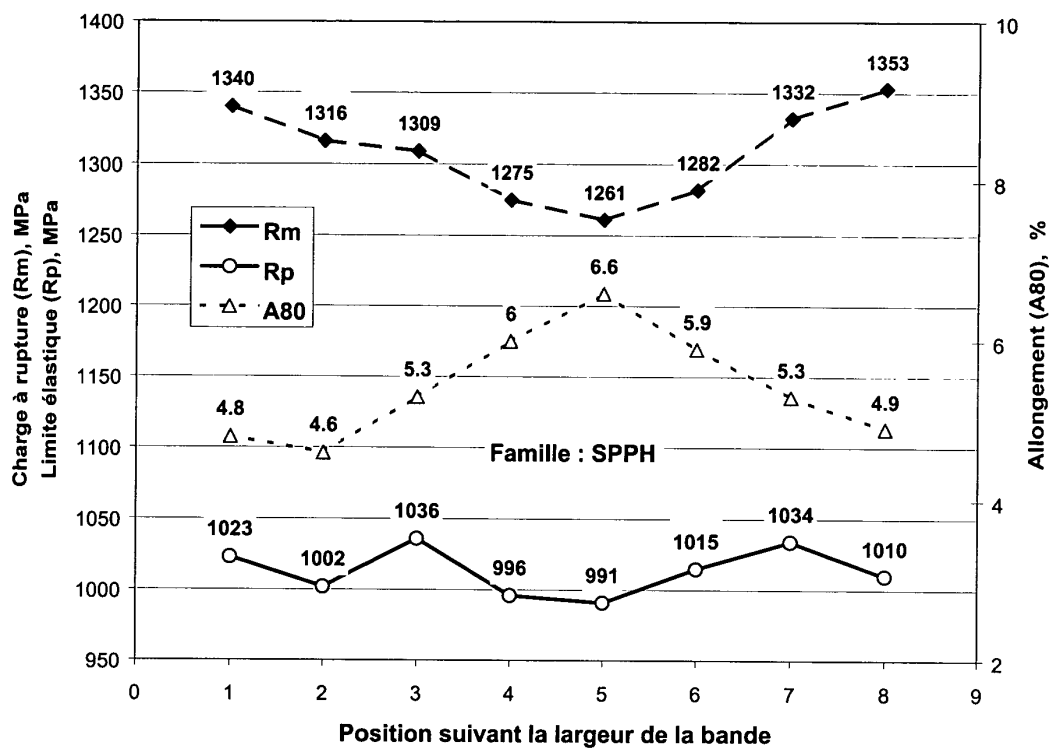


FIG. 6

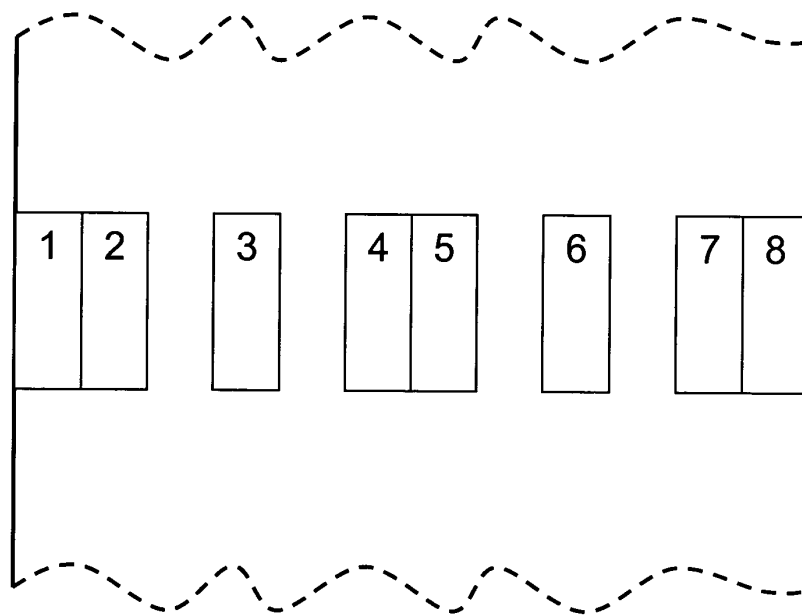


FIG. 7

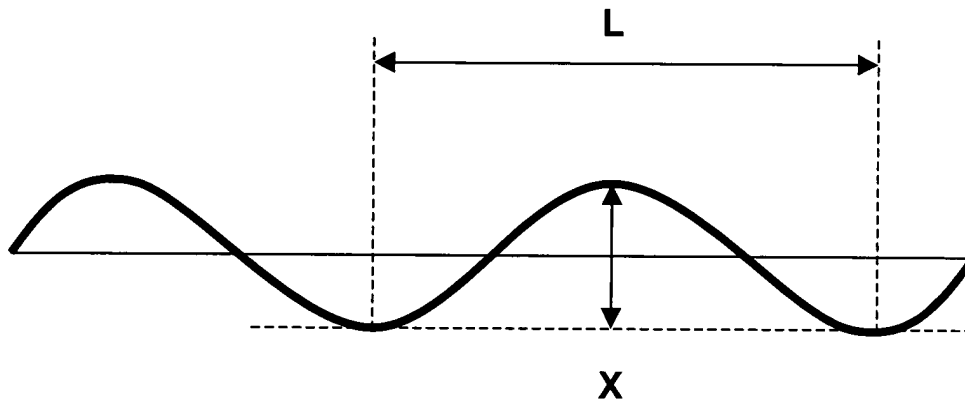


FIG. 8



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 03 44 7278

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	EP 0 086 331 A (NIPPON STEEL CORP) 24 août 1983 (1983-08-24) * page 7 - page 10; figures 2-5; tableau 2 *	1-12	C21D9/573 C21D9/00 C21D9/56
X,D	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 119 (C-282), 23 mai 1985 (1985-05-23) & JP 60 009834 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 18 janvier 1985 (1985-01-18) * abrégé *	1-12	
X	--- US 4 052 235 A (ARAKI KENJI ET AL) 4 octobre 1977 (1977-10-04) * figures 6,7 *	1-12	
A	--- US 4 113 523 A (ARAKI KENZI ET AL) 12 septembre 1978 (1978-09-12) Table "the invention steels" * figure 1 *	1-21	
X	--- EP 1 300 478 A (COCKERILL RECH & DEV ;CT DE RECH S METALLURG A S B L (BE)) 9 avril 2003 (2003-04-09) * colonne 4; figures 1,2 *	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) C21D
A	--- D. BOUQUEGNEAU ET AL.: "Production d'aciers à haute résistance par un dispositif de refroidissement à turbulence contrôlée" LA REVUE DE MÉTALLURGIE CIT, vol. 2003, no. 07-08, août 2003 (2003-08), pages 697-705, XP002275852 cf TWICE device --- -/--	1-21	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>MUNICH</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 avril 2004</b>	Examineur <b>Lombois, T</b>
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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 03 44 7278

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	US 3 724 826 A (ARAKI K ET AL) 3 avril 1973 (1973-04-03) * abrégé; revendication 1; figures 1,2,4-9 *	1-12		
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 136 (C-069), 28 août 1981 (1981-08-28) & JP 56 072128 A (NIPPON STEEL CORP), 16 juin 1981 (1981-06-16) * abrégé; figure 1 *	1		
A,D	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 12, 29 octobre 1999 (1999-10-29) & JP 11 193418 A (KOBE STEEL LTD), 21 juillet 1999 (1999-07-21) * abrégé; figure 4 *	1-21		
A,D	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 173 (C-032), 29 novembre 1980 (1980-11-29) & JP 55 110739 A (NIPPON KOKAN KK), 26 août 1980 (1980-08-26) * abrégé; figures 3-6 *	1-21		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
X	--- "Cold rolled steel sheets - Technology and products in Japan -" 21 mars 2001 (2001-03-21) , THE IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN (ISIJ) , TOKYO (JP) XP002275853 7016 ISBN 4-930980-08-9 C3057 * page 42 - page 45 *	1		
X	--- US 4 704 167 A (ICHIDA KOZABURO ET AL) 3 novembre 1987 (1987-11-03) * abrégé; figure 3 *	1		
		---		
		-/--		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications				
Lieu de la recherche <b>MUNICH</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 avril 2004</b>	Examineur <b>Lombois, T</b>	
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>				

1

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 03 44 7278

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)
A	US 4 065 329 A (PAULUS PHILIPPE ET AL) 27 décembre 1977 (1977-12-27) cf summary of invention, col.1-2 * abrégé; figure 1 * -----	1-21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>MUNICH</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 avril 2004</b>	Examineur <b>Lombois, T</b>
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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 03 44 7278

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.

01-04-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0086331	A	24-08-1983	JP 58120748 A	18-07-1983
			EP 0086331 A1	24-08-1983
JP 60009834	A	18-01-1985	AUCUN	
US 4052235	A	04-10-1977	JP 1105002 C	16-07-1982
			JP 51073911 A	26-06-1976
			JP 56052094 B	10-12-1981
			AU 8465975 A	17-03-1977
			BE 833911 A1	16-01-1976
			BR 7505828 A	17-08-1976
			CA 1060322 A1	14-08-1979
			FR 2296015 A1	23-07-1976
			SU 627762 A3	05-10-1978
US 4113523	A	12-09-1978	JP 1145077 C	12-05-1983
			JP 50032016 A	28-03-1975
			JP 54043453 B	20-12-1979
			DE 2435927 A1	13-02-1975
			FR 2238767 A1	21-02-1975
			GB 1435237 A	12-05-1976
EP 1300478	A	09-04-2003	BE 1014418 A3	07-10-2003
			EP 1300478 A1	09-04-2003
US 3724826	A	03-04-1973	JP 49017131 B	27-04-1974
			CA 944265 A1	26-03-1974
			DE 2133411 A1	13-01-1972
			FR 2100227 A5	17-03-1972
			GB 1324980 A	25-07-1973
JP 56072128	A	16-06-1981	JP 1202315 C	25-04-1984
			JP 58032219 B	12-07-1983
JP 11193418	A	21-07-1999	AUCUN	
JP 55110739	A	26-08-1980	JP 1205741 C	11-05-1984
			JP 58039210 B	29-08-1983
US 4704167	A	03-11-1987	JP 61194119 A	28-08-1986
			JP 63056295 B	08-11-1988
			BR 8600720 A	04-11-1986
			CA 1256355 A1	27-06-1989
US 4065329	A	27-12-1977	LU 71664 A1	31-12-1976
			BE 837458 A1	03-05-1976

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 03 44 7278

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.

01-04-2004

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4065329 A	CA	1072424 A1	26-02-1980
	DE	2601443 A1	22-07-1976
	FR	2297920 A1	13-08-1976
	GB	1497502 A	12-01-1978
	IT	1062805 B	11-02-1985
	NL	7600249 A ,B,	20-07-1976
-----			

EPO FORM P0460

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