



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**09.04.2003 Bulletin 2003/15**

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

(21) Numéro de dépôt: **02447157.5**

(22) Date de dépôt: **20.08.2002**

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

(72) Inventeurs:  
• **Klinkenberg, Philippe**  
4360 Oreye (BE)  
• **Simon, Pierre**  
4053 Embourg (BE)  
• **Warnotte, Paul**  
4671 Saive (BE)  
• **Bouqueneau, Denis**  
4470 Saint-Gorges s/Meuse (BE)

(30) Priorité: **05.10.2001 BE 200100653**

(71) Demandeurs:  
• **CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES  
a.s.b.l., CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE  
METALLURGIE v.z.w.**  
B-1040 Bruxelles (BE)  
• **Recherche et Développement 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)

(54) **Procédé et dispositif de refroidissement accéléré en recuit continu**

(57) La présente invention se rapporte à un procédé de refroidissement en continu d'une bande d'acier, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu, caractérisé par le fait que ladite bande est soumise au moins aux opérations suivantes:

- la bande subit un premier refroidissement dit lent de type "à eau bouillante"; la bande subit un second refroidissement à eau ou trempe dit(e) rapide ;
- entre ces deux opérations de refroidissement, on fait passer la bande dans un sas ou dispositif d'étanchéité pour assurer une transition contrôlée, de préférence en pression et température, entre le premier refroidissement lent et le second refroidissement rapide, tout en supprimant ou réduisant des fuites d'eau dans le sens de la première opération de refroidissement vers la seconde et vice versa ;

la succession de ces trois opérations étant opérée de manière telle que la durée qui s'écoule entre deux opérations consécutives quelconques est aussi courte que possible, nulle de préférence.

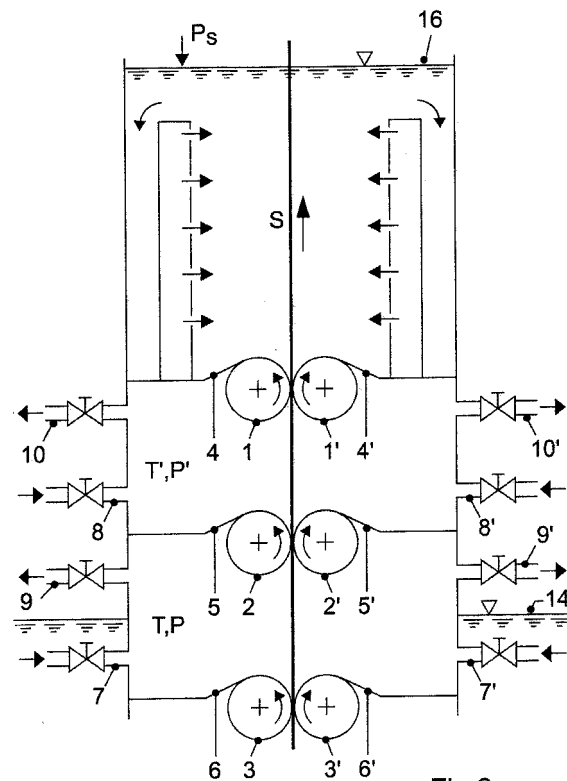


Fig.2

## Description

### Objet de l'invention

**[0001]** La présente invention se rapporte à un procédé destiné à la mise en oeuvre du refroidissement d'une bande d'acier, dans le cadre d'un processus de recuit en continu.

**[0002]** Le domaine d'application dans lequel s'inscrit la présente invention est plus particulièrement celui des traitements thermiques de type recuit continu faisant intervenir deux refroidissements successifs menés à des vitesses différentes. En particulier, on s'intéresse à la succession d'un refroidissement, dit "lent", du type "à l'eau bouillante" et d'un second refroidissement à l'eau (ou trempe), dit "rapide". Ce dernier est de préférence un refroidissement dans un bain d'eau agitée dont la température est inférieure à sa température d'ébullition.

**[0003]** L'invention se rapporte également au dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.

**[0004]** L'invention se rapporte, en outre, à la méthode de régulation du procédé.

### Arrière-plan technologique et état de la technique

**[0005]** 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 pour la fabrication des carrosseries automobiles, des carcasses d'appareils électroménagers, etc.

**[0006]** 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, en une série de brins successifs, montants et descendants, et défile ainsi séquentiellement au travers des diverses étapes de traitement.

**[0007]** 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 (trempe), par exemple par eau liquide projetée sur la bande à une température pouvant aller jusqu'à sa température d'ébullition ;
- surveillance ;
- refroidissement final.

**[0008]** 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 d'un acier non

vieillissant, etc.

**[0009]** En particulier ces dernières années, on a vu l'émergence d'une demande accrue, émanant notamment de l'industrie automobile, pour des bandes d'acier présentant simultanément des propriétés de résistance et de formabilité améliorées.

**[0010]** 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, telles que par exemple dual phase, TRIP (*Transformation Induced Plasticity*), multiphase, HLE (*Haute Limite Elastique*), etc. Le refroidissement constitue donc un enjeu métallurgique et économique non négligeable.

**[0011]** Le domaine d'application dans lequel s'inscrit la présente invention est plus particulièrement celui des traitements thermiques faisant intervenir deux refroidissements successifs menés à des vitesses différentes.

En particulier, on s'intéresse à la succession d'un refroidissement, dit "lent", du type "à l'eau bouillante" et d'un second refroidissement à l'eau (ou trempe), dit "rapide".

**[0012]** En particulier, ce second refroidissement s'opère en brin vertical montant, par projection d'eau sur la bande d'acier, soit encore par passage de la bande dans un bain d'eau "agitée", soit encore par pulvérisation d'un brouillard d'eau (mélange de gaz neutre et d'eau) sur la bande. En particulier, la température de l'eau dans le second refroidissement peut être inférieure à sa température d'ébullition.

**[0013]** L'intérêt de soumettre une bande d'acier à un refroidissement lent avant de procéder à la trempe proprement dite de ladite bande d'acier a été démontré. Ainsi, on connaît dans l'état de la technique un ensemble de solutions permettant de réaliser ces deux opérations successivement (par exemple EP-A-0 992 593, BE-A-887 507, EP-A-0 086 331).

**[0014]** Une de ces solutions, décrite dans la demande de brevet EP-A-0 992 593, consiste notamment à combiner un premier refroidissement par passage de la bande d'acier dans une cuve d'eau bouillante (vitesse de refroidissement de l'ordre de 60 °C/s pour une bande de 0,8 mm d'épaisseur) et un refroidissement à l'eau, dans un caisson prévu à cet effet, plus rapide (entre 100 °C/s et 2500 °C/s), qui lui est directement consécutif.

**[0015]** Ce type de solution présente l'inconvénient que la température de l'eau dans le second refroidissement peut être inférieure à la température de l'eau dans la cuve d'eau bouillante. De ce fait, la présence de fuites d'eau plus froide provenant du caisson vers la cuve d'eau bouillante est susceptible d'entraîner un refroidissement inhomogène de la bande d'acier, avec pour conséquence des défauts de planéité, éventuellement importants.

**[0016]** En particulier, la demande de brevet EP-A-0 992 593 décrit une méthode permettant de réduire le débit de fuite en provenance du caisson de refroidissement "rapide" vers la cuve d'eau bouillante. Celle-ci con-

siste à réguler la hauteur d'immersion du caisson de refroidissement "rapide" dans la cuve de telle manière que les niveaux d'eau dans le caisson et dans la cuve d'eau bouillante soient égaux. Par équilibre des pressions hydrostatiques à l'interface entre le caisson et la cuve d'eau bouillante, les fuites sont réduites au minimum.

**[0017]** Cependant, notamment pour des raisons d'encombrement, et afin de maintenir la course maximale existante pour le passage de la bande d'acier dans la cuve d'eau bouillante, il est souhaitable d'élever le dispositif de refroidissement "rapide" au-dessus du niveau d'eau dans ladite cuve, avec pour conséquence immédiate que la méthode de suppression des fuites décrite ci-dessus n'est plus applicable.

**[0018]** Par ailleurs, l'expérience acquise en milieu industriel concernant la trempe à l'eau bouillante a mis en évidence la présence de remous importants à la surface de la cuve d'eau bouillante. Ces vagues, dont la hauteur peut atteindre un mètre, sont une conséquence du dégagement de vapeur important créé par le contact de l'eau bouillante avec la bande chaude (régime de caléfaction ou encore ébullition en film). Ces remous, caractérisés par un comportement aléatoire, sont susceptibles d'influencer le fonctionnement du refroidissement "rapide", en entraînant un refroidissement inhomogène de la bande.

**[0019]** Il convient donc de gérer de manière satisfaisante la transition entre le refroidissement à l'eau bouillante et le refroidissement "rapide".

**[0020]** Une solution destinée à pallier les problèmes décrits dans l'état de la technique devrait réaliser un triple objectif :

- a) maintenir une colonne d'eau de hauteur contrôlée dans la section de refroidissement "rapide",
- b) contrôler le débit de fuite d'eau "froide" du refroidissement "rapide" vers le refroidissement à l'eau bouillante,
- c) contrôler l'effet des vagues et remous sur le refroidissement dit "rapide".

La finalité générale de cette solution est de contrôler les caractéristiques géométriques de la bande d'acier.

**[0021]** Certaines solutions ont été proposées afin de contrôler les effets de ruissellement d'eau sur la bande d'acier, lorsqu'on fait usage de dispositifs de refroidissement par projection d'eau. Par exemple, dans le document JP-A-2000 073 125, la bande d'acier, qui défile en brin vertical, montant ou descendant, est refroidie dans un caisson de refroidissement rapide par projection d'un brouillard d'eau. Un système de coussin d'air à deux niveaux, créant une surpression à la base du caisson de refroidissement, permet de supprimer les fuites vers le bas. Cependant, s'il est bien possible de limiter la progression de gouttelettes vers l'extérieur du caisson de refroidissement, il n'est pas possible, avec le dispositif proposé de maintenir une colonne d'eau dans le caisson.

**[0022]** Dans le document JP-A-7 179 951, on décrit une bande d'acier défilant dans le système de refroidissement en brin descendant. Elle est refroidie par aspersion d'eau. Un système à trois niveaux de paires de rouleaux permet d'essorer la bande aspergée et de récupérer l'eau de ruissellement. Comme dans le cas précédent, on ne cherche pas à maintenir une colonne d'eau.

**[0023]** La Demanderesse a également développé par le passé un procédé alternatif qui met en oeuvre un refroidissement par passage dans une cuve d'eau bouillante suivi d'un refroidissement par aspersion d'un brouillard d'eau dans une cuve distincte de la première. Dans ce cas, bien qu'on soit en brin montant, et que donc les effets du ruissellement de l'eau sur une bande chaude soient susceptibles d'avoir des conséquences désastreuses sur les caractéristiques géométriques de la bande, aucun dispositif de récupération d'eau n'est prévu. En outre, on ne cherche pas non plus à maintenir une colonne d'eau.

#### Buts de l'invention

**[0024]** La présente invention vise à fournir un procédé de refroidissement pour une bande d'acier, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu, permettant de garantir à ladite bande d'excellentes propriétés géométriques à l'issue du refroidissement.

**[0025]** En particulier, ce procédé de refroidissement vise à réaliser, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu, des cycles thermiques convenant à la fabrication de bandes minces en acier présentant des propriétés de géométrie, de résistance et de formabilité améliorées, en vue de répondre aux critères actuels et futurs du marché, en particulier du marché automobile.

#### Principaux éléments caractéristiques de l'invention

**[0026]** La présente invention se rapporte à un procédé de refroidissement en continu d'une bande d'acier, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu, caractérisé par le fait que ladite bande est soumise au moins aux opérations suivantes

- la bande subit un premier refroidissement dit lent de type "à eau bouillante",
- la bande subit un second refroidissement à eau ou trempe dit(e) rapide ;
- entre ces deux opérations de refroidissement, on fait passer la bande dans un sas ou dispositif d'étanchéité pour assurer une transition contrôlée, de préférence en pression et température, entre le premier refroidissement lent et le second refroidissement rapide, tout en supprimant ou réduisant des fuites d'eau dans le sens de la première opération de refroidissement vers la seconde et vice versa ;

la succession de ces trois opérations étant opérée de

manière telle que la durée qui s'écoule entre deux opérations consécutives quelconques est aussi courte que possible, nulle de préférence.

**[0027]** Avantageusement, on contrôle la température à la sortie du refroidissement de type "à eau bouillante", en modifiant le temps d'exposition de la bande audit refroidissement "à eau bouillante", de manière à ce que la température de la bande à la sortie du refroidissement "à eau bouillante" soit de préférence supérieure à 290°C.

**[0028]** Selon une première forme d'exécution de l'invention, l'opération de refroidissement rapide est réalisée dans un brin vertical montant en projetant de l'eau sur les deux faces de la bande, de préférence au moyen de gicleurs, cette opération étant réalisée à débit et température d'eau contrôlés.

**[0029]** Selon une deuxième forme d'exécution de l'invention, l'opération de refroidissement rapide est réalisée dans un brin vertical montant en pulvérisant un brouillard d'eau sur les deux faces de la bande, de préférence au moyen d'un gaz porteur neutre, cette opération étant réalisée dans des conditions contrôlées pour la température et le débit d'eau, ainsi que pour le débit de gaz neutre.

**[0030]** Selon une troisième forme d'exécution de l'invention, l'opération de refroidissement rapide est réalisée dans un brin vertical montant en faisant passer la bande d'acier dans un caisson contenant de l'eau agitée dont on contrôle le degré d'agitation, cette opération étant réalisée dans des conditions contrôlées pour la température d'eau dans ledit caisson, la température de la bande à la sortie dudit caisson de refroidissement rapide étant en outre régulée en contrôlant la hauteur d'eau dans ledit caisson.

**[0031]** Avantageusement, la température de la bande d'acier à la sortie du refroidissement rapide est contrôlée, de préférence au moyen d'actionneurs modifiant la vitesse de défilement de la bande d'acier dans l'opération de refroidissement rapide ou le débit et/ou la température de l'eau utilisée pour réaliser ledit refroidissement rapide.

**[0032]** Un autre aspect de la présente invention concerne un dispositif de sas pour la mise en oeuvre du procédé de refroidissement en continu d'une bande d'acier, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu. Ce dispositif est localisé dans un brin vertical montant, immédiatement en aval d'une cuve de refroidissement contenant de l'eau bouillante, destinée à la réalisation d'un refroidissement dit "lent" de ladite bande d'acier, et immédiatement en amont d'un caisson de refroidissement, également localisé dans ledit brin vertical montant, destiné à la mise en oeuvre d'un refroidissement dit "rapide" de ladite bande d'acier. Ce dispositif comprend également des moyens pour assurer une transition contrôlée, de préférence en pression et température, entre la cuve de refroidissement lent à l'eau bouillante et le caisson de refroidissement rapide. Les notions d'amont et d'aval sont définies par rapport au

sens de défilement de la bande.

**[0033]** Le dispositif de l'invention est constitué avantageusement d'une enceinte comprenant au moins deux étages de paires de rouleaux successifs. De préférence, la paire de rouleaux inférieure est immergée dans la cuve d'eau bouillante.

**[0034]** De manière particulièrement avantageuse, deux paires de rouleaux immédiatement successives délimitent un compartiment dit étanche dans ladite enceinte. Ce compartiment présente une étanchéité par rapport à la cuve d'eau bouillante, par rapport au(x) compartiment(s) contigu(s) ou encore par rapport au caisson de refroidissement rapide, ladite étanchéité étant réalisée par les deux paires de rouleaux qui délimitent ledit compartiment et par des bavettes associées auxdits rouleaux, fixées au bâti de l'enceinte et s'appuyant sur les rouleaux respectifs.

**[0035]** De manière encore plus avantageuse, chaque compartiment de l'enceinte est doté de moyens pour l'injection d'eau dans ledit compartiment et pour l'extraction d'eau vers l'extérieur dudit compartiment.

**[0036]** De préférence, pour chaque compartiment, les moyens pour l'injection et l'extraction d'eau sont situés respectivement dans la partie inférieure et dans la partie supérieure dudit compartiment, chaque compartiment disposant de moyens destinés au contrôle des débits d'injection et d'extraction d'eau, respectivement dans et vers l'extérieur dudit compartiment.

**[0037]** Selon une autre caractéristique de l'invention, chaque compartiment dispose de moyens pour contrôler la température de l'eau qu'on injecte dans ledit compartiment ou pour réguler la température et la pression de l'eau à l'intérieur dudit compartiment.

**[0038]** Selon une réalisation particulière du dispositif de l'invention, celui-ci comprend deux étages de paires de rouleaux, qui délimitent un compartiment unique dans l'enceinte de sas, ledit compartiment étant localisé immédiatement en aval de la cuve d'eau bouillante et immédiatement en amont du caisson opérant le refroidissement rapide.

**[0039]** Un autre objet de la présente invention est de proposer un procédé de régulation mettant en oeuvre le dispositif de l'invention, caractérisé en ce qu'on contrôle la température et la pression dans chacun des compartiments dudit dispositif, afin de supprimer les fuites d'eau liquide de température inférieure ou égale à la température d'ébullition et allant dans le sens du caisson de refroidissement rapide vers la cuve d'eau bouillante.

**[0040]** Avantageusement, on contrôle au moins la pression dans le compartiment supérieur, en s'assurant que ladite pression régnant en amont des rouleaux délimitant le compartiment vers le haut est à tout instant supérieure à la pression exercée en aval de ces rouleaux par de l'eau accumulée dans la partie inférieure du caisson de refroidissement rapide.

**[0041]** Dans le cas où le caisson de refroidissement rapide contient de l'eau sous agitation contrôlée, on

contrôle de préférence la pression dans le compartiment dudit dispositif, afin de supprimer ou réduire les fuites d'eau provenant du caisson de refroidissement rapide et allant vers la cuve d'eau bouillante assurant le refroidissement lent, de manière telle que ladite pression soit supérieure à

$$P_s + \rho \cdot g \cdot h,$$

où  $P_s$ ,  $\rho$ ,  $g$  et  $h$  représentent respectivement la pression hydrostatique exercée sur la surface libre de la colonne d'eau maintenue dans le caisson de refroidissement rapide, la masse volumique de l'eau, l'accélération de la pesanteur et la hauteur de ladite colonne d'eau, ces grandeurs étant exprimées dans le système d'unités international.

**[0042]** De préférence encore, on injecte, dans le compartiment du sas, de l'eau dont la température est égale à sa température d'ébullition.

**[0043]** De préférence encore, l'eau qu'on injecte dans le compartiment du sas est prélevée directement dans la cuve d'eau bouillante située immédiatement en amont dudit sas.

#### Breve description des figures

**[0044]** La figure 1 représente schématiquement un dispositif de refroidissement permettant de mettre en oeuvre le procédé de l'invention.

**[0045]** La figure 2 représente schématiquement un mode de réalisation préférentiel du dispositif de la figure 1.

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

**[0046]** Le dispositif de refroidissement pour la mise en oeuvre du procédé de la présente invention est représenté schématiquement à la figure 1. Ce dispositif comporte successivement une zone de refroidissement "lent" à l'eau bouillante 11, une zone de transition 12 et une zone de refroidissement "rapide" 13.

**[0047]** La bande S entre dans une cuve d'eau bouillante 11 en brin vertical descendant. Le sens de sa course est modifié par un panier de renvoi 15 dont la hauteur par rapport au niveau d'eau dans la cuve peut être réglée afin de contrôler la température de la bande à la sortie de la cuve d'eau bouillante 11. La bande d'acier S sort de la cuve d'eau bouillante en brin vertical montant, effectue un passage dans une section de transition 12 et débouche enfin dans un caisson de refroidissement "rapide" 13 toujours en brin montant vertical.

**[0048]** Selon une première modalité d'exécution préférée, le refroidissement "rapide" est effectué dans un réservoir d'eau agitée, avec une température d'eau et un débit d'agitation de l'eau contrôlés.

**[0049]** Selon une seconde modalité d'exécution pré-

férée, le refroidissement "rapide" est réalisé au moyen d'eau à température contrôlée projetée sur la bande avec un débit contrôlé.

**[0050]** Selon une troisième modalité d'exécution préférée, le refroidissement "rapide" est réalisé au moyen d'un "brouillard d'eau" ("misting jet") constitué d'une suspension de gouttelettes d'eau dans un gaz neutre, la température et le débit d'eau, ainsi que le débit de gaz neutre étant contrôlés.

**[0051]** Un mode de réalisation préféré pour un dispositif, dénommé "sas" ou encore "dispositif d'étanchéité" dans la suite de la description, chargé d'opérer la transition entre le refroidissement de type "à eau bouillante" et le refroidissement "rapide", en vue de mettre en oeuvre le procédé de la présente invention, est représenté schématiquement à la figure 2.

**[0052]** Ledit sas 12 comporte au moins deux étages de paires de rouleaux 1,1', 2,2', 3,3'.

**[0053]** Chaque compartiment du dispositif d'étanchéité 12 est délimité par deux paires de rouleaux successives, 1,1' et 2,2' par exemple, et comporte des moyens pour l'injection 7,7', 8,8' et l'extraction 9,9', 10,10' d'eau (figure 2). Chaque compartiment comporte en outre des moyens pour la régulation de paramètres tels que la pression et la température de l'eau qui remplit ou se trouve dans ledit compartiment. La pression d'eau entre deux paires de rouleaux successives est réglée pour empêcher des fuites d'eau de la cuve supérieure d'eau "plus froide". La pression sur les rouleaux d'une même paire est suffisante pour maintenir ceux-ci en contact avec la bande.

**[0054]** L'étanchéité de chaque compartiment délimité par deux paires de rouleaux 1,1', 2,2', 3,3' de la section de transition 12 par rapport, selon le cas, au compartiment voisin (contigu) de cette même section, la cuve à eau bouillante ou le caisson de refroidissement rapide, est assurée au moyen de bavettes 4,4', 5,5', 6,6' associées auxdits rouleaux, fixées au bâti de ladite section 12 et s'appuyant sur les rouleaux respectifs 1,1', 2,2', 3,3'.

**[0055]** Le sas joue le rôle de tampon pour supprimer l'influence des remous (vagues de l'ordre de un mètre de hauteur) créés à la surface 14 de la cuve d'eau bouillante par la vapeur d'eau générée lors du contact entre l'eau bouillante et la bande chaude. En l'absence de sas de séparation, ces remous influenceraient le fonctionnement du système de refroidissement "rapide", entraînant un refroidissement inhomogène de la bande d'acier, avec pour conséquence une dégradation possible des propriétés géométriques de ladite bande, essentiellement sa planéité.

**[0056]** Comme déjà évoqué ci-dessus, selon l'invention, on souhaite pouvoir contrôler les paramètres de pression et de température de l'eau remplissant l'espace intermédiaire entre deux paires de rouleaux successives :

a) pression : en vue de maintenir une colonne d'eau

de hauteur contrôlée dans le caisson de refroidissement "rapide" 13 et de limiter les fuites d'eau, éventuellement plus froide, du caisson de refroidissement "rapide" vers la cuve d'eau bouillante 11 (figure 1) ;

b) température : en vue de contrôler la température de l'eau qui s'échappe éventuellement vers la cuve d'eau bouillante, avec notamment pour conséquence le maintien d'une température homogène sur toute la largeur de la bande.

**[0057]** Ceci permet de contrôler les caractéristiques géométriques de la bande à l'interface entre le refroidissement de type "à eau bouillante" et le refroidissement "rapide".

**[0058]** On limite ainsi l'influence des fuites d'eau plus froide vers la cuve d'eau bouillante. La pression d'eau dans le compartiment supérieur du sas est supérieure à la pression à la base du caisson de refroidissement "rapide". Pour un caisson à eau agitée, celle-ci vaut  $P_s + \rho \cdot g \cdot h$ , où  $P_s$ ,  $\rho$ ,  $g$  et  $h$  représentent respectivement la pression hydrostatique exercée sur la surface libre 16 de la colonne d'eau maintenue dans le caisson de refroidissement rapide, la masse volumique de l'eau, l'accélération de la pesanteur et la hauteur de ladite colonne d'eau, ces grandeurs étant exprimées dans le système d'unités international.

**[0059]** Au niveau de la paire supérieure de rouleaux, c'est donc l'eau du sas qui monte plutôt que l'inverse.

**[0060]** En raison du contact étroit que l'on maintient entre les rouleaux d'une même paire et la bande d'acier, les fuites d'un compartiment du sas vers un autre, ou d'un compartiment du sas vers la cuve d'eau bouillante, ou encore d'un compartiment du sas vers le caisson de refroidissement "rapide", proviennent essentiellement des bords de la bande, où la distance minimum entre les rouleaux d'une même paire est limitée à l'épaisseur de ladite bande.

**[0061]** Il convient de noter qu'un dispositif de sas à au moins deux paires de rouleaux est indispensable pour le contrôle des fuites du caisson de refroidissement "rapide" vers la cuve d'eau bouillante. Ainsi, avec une seule paire de rouleaux, si le brin est montant, d'éventuelles fuites vers le bas sont susceptibles de perturber la température de l'eau dans la cuve d'eau bouillante et par conséquent de créer un refroidissement inhomogène de la bande avant son entrée dans le caisson de refroidissement "rapide" 13 (figure 1), ce qui induit des problèmes de planéité de la bande.

## Revendications

1. Procédé de refroidissement en continu d'une bande d'acier, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu, **caractérisé par le fait que** ladite bande est soumise au moins aux opérations suivantes :

- la bande subit un premier refroidissement dit lent de type "à eau bouillante",
- la bande subit un second refroidissement à eau ou trempe dit(e) rapide ;
- entre ces deux opérations de refroidissement, on fait passer la bande dans un sas ou dispositif d'étanchéité pour assurer une transition contrôlée, de préférence en pression et température, entre le premier refroidissement lent et le second refroidissement rapide, tout en supprimant ou réduisant des fuites d'eau dans le sens de la première opération de refroidissement vers la seconde et vice versa ;

la succession de ces trois opérations étant opérée de manière telle que la durée qui s'écoule entre deux opérations consécutives quelconques est aussi courte que possible, nulle de préférence.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** contrôle la température à la sortie du refroidissement de type "à eau bouillante", en modifiant le temps d'exposition de la bande audit refroidissement "à eau bouillante".

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la température de la bande à la sortie du refroidissement "à eau bouillante" est supérieure à 290°C.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'opération de refroidissement rapide est réalisée dans un brin vertical montant en projetant de l'eau sur les deux faces de la bande, de préférence au moyen de gicleurs, cette opération étant réalisée à débit et température d'eau contrôlés.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'opération de refroidissement rapide est réalisée dans un brin vertical montant en pulvérisant un brouillard d'eau sur les deux faces de la bande, de préférence au moyen d'un gaz porteur neutre, cette opération étant réalisée dans des conditions contrôlées pour la température et le débit d'eau, ainsi que pour le débit de gaz neutre.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'opération de refroidissement rapide est réalisée dans un brin vertical montant en faisant passer la bande d'acier dans un caisson contenant de l'eau agitée dont on contrôle le degré d'agitation, cette opération étant réalisée dans des conditions contrôlées pour la température d'eau dans ledit caisson, la température de la bande à la sortie dudit caisson de refroidissement rapide étant en outre réglée en contrôlant la hauteur

d'eau dans ledit caisson.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 4, 5 et 6, **caractérisé en ce que** la température de la bande d'acier à la sortie du refroidissement rapide est contrôlée, de préférence au moyen d'actionneurs modifiant la vitesse de défilement de la bande d'acier dans l'opération de refroidissement rapide ou le débit et/ou la température de l'eau utilisée pour réaliser ledit refroidissement rapide. 5
8. Dispositif de sas pour la mise en oeuvre du procédé de refroidissement en continu d'une bande d'acier, dans le cadre d'un traitement de recuit en continu, selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ledit dispositif est localisé dans un brin vertical montant, immédiatement en aval d'une cuve de refroidissement contenant de l'eau bouillante, destinée à la réalisation d'un refroidissement dit "lent" de ladite bande d'acier, et immédiatement en amont d'un caisson de refroidissement, également localisé dans ledit brin vertical montant, destiné à la mise en oeuvre d'un refroidissement dit "rapide" de ladite bande d'acier et **en ce que** ledit dispositif comprend des moyens pour assurer une transition contrôlée, de préférence en pression et température, entre la cuve de refroidissement lent à l'eau bouillante et le caisson de refroidissement rapide. 10
9. Dispositif suivant la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** est constitué d'une enceinte comprenant au moins deux étages de paires de rouleaux successifs (1,1', 2,2', 3,3'). 15
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la paire de rouleaux inférieure (3,3') est immergée dans la cuve d'eau bouillante. 20
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** deux paires de rouleaux immédiatement successives délimitent un compartiment dit étanche dans ladite enceinte. 25
12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** ledit compartiment présente une étanchéité par rapport à la cuve d'eau bouillante, par rapport au(x) compartiment(s) contigu(s) ou encore par rapport au caisson de refroidissement rapide, ladite étanchéité étant réalisée par les deux paires de rouleaux qui délimitent ledit compartiment et par des bavettes (4,4', 5,5', 6,6') associées auxdits rouleaux, fixées au bâti de l'enceinte et s'appuyant sur les rouleaux respectifs (1,1', 2,2', 3,3'). 30
13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** chaque compartiment de l'enceinte est doté de moyens pour l'injection d'eau (7,7', 8,8') 35

dans ledit compartiment et pour l'extraction d'eau (9,9', 10,10') vers l'extérieur dudit compartiment.

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, pour chaque compartiment, les moyens pour l'injection (7,7', 8,8') et l'extraction (9,9', 10,10') d'eau sont situés respectivement dans la partie inférieure et dans la partie supérieure dudit compartiment. 40
15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** chaque compartiment dispose de moyens destinés au contrôle des débits d'injection et d'extraction d'eau, respectivement dans et vers l'extérieur dudit compartiment. 45
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** chaque compartiment dispose de moyens pour contrôler la température de l'eau qu'on injecte dans ledit compartiment. 50
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, **caractérisé en ce que** chaque compartiment dispose de moyens pour réguler la température et la pression de l'eau à l'intérieur dudit compartiment. 55
18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 17, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux étages de paires de rouleaux, qui délimitent un compartiment unique dans l'enceinte de sas, ledit compartiment étant localisé immédiatement en aval de la cuve d'eau bouillante et immédiatement en amont du caisson opérant le refroidissement rapide. 60
19. Procédé de régulation mettant en oeuvre le dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 18, **caractérisé en ce qu'on** contrôle la température (T, T') et la pression (P, P') dans chacun des compartiments dudit dispositif, afin de supprimer les fuites d'eau liquide de température inférieure ou égale à la température d'ébullition et allant dans le sens du caisson de refroidissement rapide vers la cuve d'eau bouillante. 65
20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** l'on contrôle au moins la pression (P') dans le compartiment supérieur, en s'assurant que ladite pression (P') régnant en amont des rouleaux (1,1') délimitant le compartiment vers le haut est à tout instant supérieure à la pression exercée en aval de ces rouleaux (1,1') par de l'eau accumulée dans la partie inférieure du caisson de refroidissement rapide. 70
21. Procédé de régulation mettant en oeuvre le dispo-

sitif selon la revendication 18, le caisson de refroidissement rapide contenant de l'eau sous agitation contrôlée, **caractérisé en ce qu'on** contrôle la pression dans le compartiment dudit dispositif, de manière telle que ladite pression soit supérieure à 5

$$P_s + \rho.g.h,$$

où  $P_s$ ,  $\rho$ ,  $g$  et  $h$  représentent respectivement la pression hydrostatique exercée sur la surface libre (16) de la colonne d'eau maintenue dans le caisson de refroidissement rapide, la masse volumique de l'eau, l'accélération de la pesanteur et la hauteur de ladite colonne d'eau, ces grandeurs étant exprimées dans le système d'unités international. 10 15

**22.** Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce qu'on** injecte, dans le compartiment du sas, de l'eau dont la température est égale à sa température d'ébullition. 20

**23.** Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** l'eau qu'on injecte dans le compartiment du sas est prélevée directement dans la cuve d'eau bouillante située immédiatement en amont dudit sas. 25

30

35

40

45

50

55



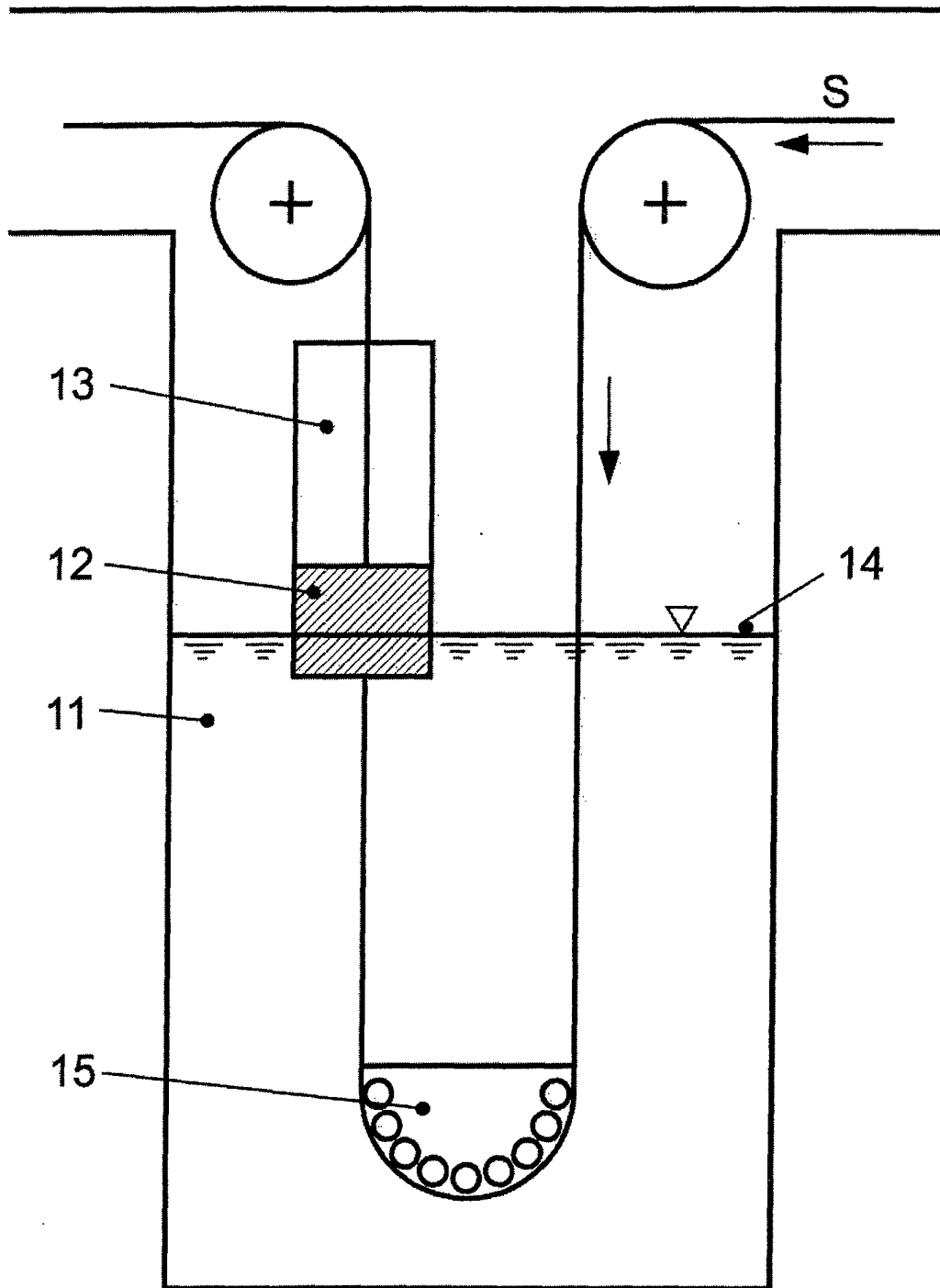


Fig.1

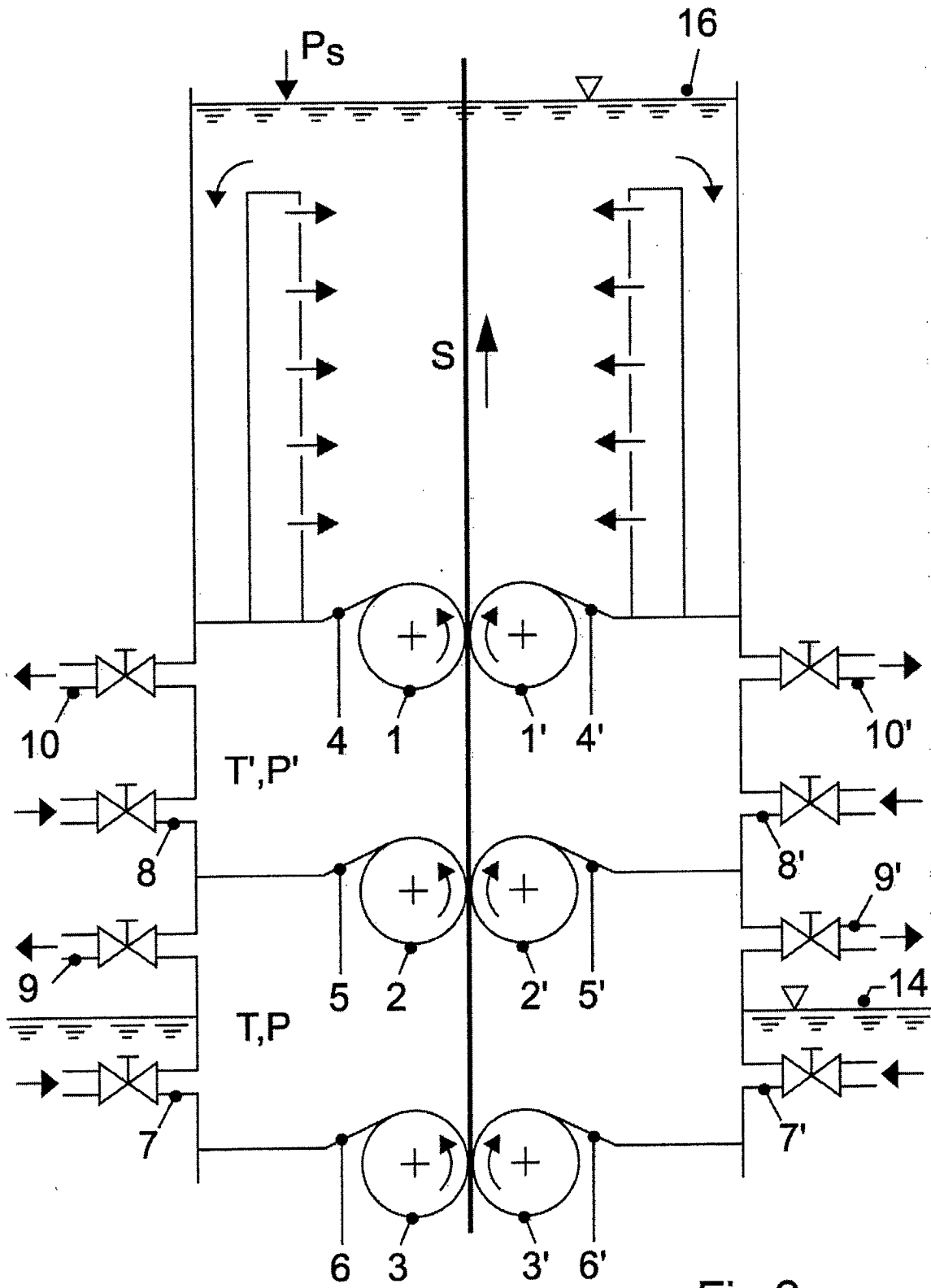


Fig.2



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, D	EP 0 992 593 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 12 avril 2000 (2000-04-12) ----		C21D9/573
A	EP 1 069 193 A (KAWASAKI STEEL CO) 17 janvier 2001 (2001-01-17) ----		
A	GB 1 333 116 A (NIPPON KOKAN KK) 10 octobre 1973 (1973-10-10) ----		
A, D	BE 887 507 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 1 juin 1981 (1981-06-01) ----		
A, D	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 06, 22 septembre 2000 (2000-09-22) & JP 2000 073125 A (KAWASAKI STEEL CORP), 7 mars 2000 (2000-03-07) * abrégé *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			C21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		13 janvier 2003	Mollet, G
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	

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

EP 02 44 7157

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.

13-01-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0992593	A	12-04-2000	BE 1012215 A3 EP 0992593 A1	04-07-2000 12-04-2000
EP 1069193	A	17-01-2001	BR 9904910 A EP 1069193 A1 US 6190164 B1 CN 1094521 B JP 11335744 A WO 9950464 A1	20-06-2000 17-01-2001 20-02-2001 20-11-2002 07-12-1999 07-10-1999
GB 1333116	A	10-10-1973	AUCUN	
BE 887507	A	01-06-1981	BE 887507 A1 CS 241495 B2 DD 202184 A5 JP 1446050 C JP 57152425 A JP 62056214 B AU 556100 B2 AU 8041082 A LU 83940 A1 SU 1238734 A3 ZA 8200915 A	01-06-1981 13-03-1986 31-08-1983 30-06-1988 20-09-1982 25-11-1987 23-10-1986 19-08-1982 07-07-1982 15-06-1986 23-02-1983
JP 2000073125	A	07-03-2000	AUCUN	

EPC FORM P0460

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