

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②①

**N° 80 03107**

---

⑤④ Procédé de refroidissement de produits coulés en continu.

⑤① Classification internationale. (Int. Cl. 3) B 22 D 11/124.

②② Date de dépôt ..... 12 février 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 33 du 14-8-1981.

---

⑦① Déposant : INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANÇAISE (IRSID),  
(Etablissement professionnel régi par la loi du 17 novembre 1943), résidant en France.

⑦② Invention de : Jean-Pierre Birat, Michel Larrecq et Jeanne Chone.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Institut de Recherches de la Siderurgie Française (IRSID), 185, rue Président-  
Roosevelt, 78105 Saint-Germain-en-Laye.

---

PROCEDE DE REFROIDISSEMENT DE PRODUITS COULES EN CONTINU

La présente invention se rapporte à la coulée continue des métaux, notamment de l'acier, et concerne plus spécialement le refroidissement du  
5 produit coulé en aval de la lingotière.

On sait que l'opération de coulée continue consiste schématiquement à verser en continu le métal en fusion dans une lingotière sans fond énergiquement refroidie et de laquelle est extraite, également en continu, une barre solidifiée extérieurement mais dont le coeur est encore liquide. La  
10 solidification s'achève alors progressivement en aval de la lingotière, dans la zone dite "du refroidissement secondaire" au moyen de rampes d'aspersion régulièrement distribuées autour de la barre et qui projettent sur la surface de celle-ci un liquide de refroidissement, habituellement de l'eau, répartie de façon homogène sur le pourtour.

15 Il est bien connu que la progression de la solidification en direction de l'axe de la barre se caractérise entre autres par une ségrégation des éléments d'alliage ou impuretés dans la région centrale encore liquide qui s'enrichit ainsi en éléments ségrégés d'autant plus que sa proportion dans le produit coulé diminue. On comprend dans ces conditions que l'on  
20 retrouve dans le produit solidifié une région centrale relativement plus riche en éléments ségrégés correspondant à la zone de fermeture du puits de solidification.

Le phénomène se rencontre avec des degrés variables dans tous les produits coulés en continu, du moins selon le procédé classique, avec ce-  
25 pendant un caractère plus accusé dans le cas de produits à degré de symétrie axiale élevé, pour lesquels les analyses métallographiques révèlent effectivement une zone très riche en éléments ségrégés, concentrée autour de l'axe du produit.

On entend par "produits à degré de symétrie axiale élevé", les produits dont le format présente un degré de symétrie d'ordre quatre ou plus  
30 par rapport à leur axe longitudinal, qui se confond d'ailleurs avec l'axe de coulée. Ainsi, entrent dans cette définition des barres, telles que des billettes ou des blooms ronds et carrés.

On sait qu'une forte ségrégation axiale représente un handicap, non  
35 seulement en soi en raison des hétérogénéités de composition qu'elle crée dans la masse du produit, mais encore et peut-être surtout par les défauts de solidification qu'elle engendre ou qu'elle favorise, par exemple des porosités à coeur très prononcées pouvant s'étendre axialement sur plusieurs  
39 dizaines de centimètres et qui se succèdent le long de l'axe du produit

coulé. Celles-ci en effet, une fois mises à jour lors du tronçonnage de la barre solidifiée, conduisent à une importante mise au rebut des extrémités des tronçons, ce qui pénalise d'autant la mise au mille de l'opération de coulée.

5 Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en intervenant sur le réglage du refroidissement secondaire.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de refroidissement de produits métalliques à degré de symétrie axiale élevé et coulés en continu, caractérisé en ce que l'on conduit l'opération de refroidissement  
10 secondaire en refroidissant plus vigoureusement une portion seulement du pourtour du produit coulé, ladite portion étant constituée d'au moins deux parties non consécutives et symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe du produit.

Appliquée à la coulée de formats carrés ou sensiblement carrés, l'in-  
15 vention, dans sa mise en oeuvre préférée, consiste alors à refroidir préférentiellement deux faces quelconques du produit mais opposées.

Comme on l'aura sans doute déjà compris, l'invention consiste donc à créer une dissymétrie dans la progression centripète de la solidification en modulant l'intensité du refroidissement secondaire sur le pourtour du  
20 produit coulé.

Dans les procédés habituels, en effet, le refroidissement est uniforme sur le pourtour du produit, de sorte que la solidification progresse vers l'axe central avec une vitesse sensiblement égale en tout point du front de solidification. Pour des raisons de symétrie du format coulé, les ex-  
25 trémités, ou têtes de dendrites définissant le front de solidification commençante convergent donc vers un seul point situé sur l'axe du produit, d'où il résulte la formation d'une zone centrale fortement ségrégée très localisée autour de cet axe.

Grâce à l'invention, la fermeture du front de solidification commen-  
30 çante ne s'opère plus selon un point situé sur l'axe, mais s'étale selon un plan axial orienté parallèlement à la partie du pourtour du produit la plus refroidie.

Il résulte un étalement corrélatif de la zone axiale fortement ségré-  
gée (donc également de la porosité interne), similaire à ce que l'on obtient  
35 dans le cas des brames, ou plus généralement, dans le cas des produits de format allongé, c'est-à-dire à faible degré de symétrie axiale.

L'invention permet donc, dans le cas des produits à degré de symétrie axiale élevé, de reproduire "artificiellement", grâce à une dissymétrie  
39 du refroidissement, une santé à coeur de qualité analogue à celle obtenue

"naturellement" dans le cas de produits de format allongé.

L'invention est d'application générale, tant aux produits ronds que carrés ou polygonaux.

De préférence, la partie du pourtour refroidie préférentiellement  
5 représente environ la moitié du périmètre total. C'est-à-dire que chacune des deux portions concernées et symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe du produit, représente sensiblement le quart du périmètre de ce dernier.

Ainsi, dans le cas des formats carrés, l'invention est avantageuse-  
10 ment mise en oeuvre en refroidissant plus vigoureusement deux faces quelconques mais opposées du produit coulé par rapport aux deux autres faces.

Bien entendu, ces caractéristiques particulières de mise en oeuvre ne sont pas limitatives de l'invention. Toutefois, on comprend que, lorsqu'on augmente, ou lorsqu'on réduit la proportion du pourtour à refroidis-  
15 sement plus intense, on se rapproche inévitablement des conditions propres à un refroidissement uniforme. Cependant, cette tendance peut être contrebalancée en compensant la réduction de la portion refroidie par un accroissement corrélatif de l'efficacité du refroidissement, encore que, une telle compensation comporte des limites qui dépendent des performances des moyens  
20 de refroidissement mis à disposition.

REVENDEICATIONS

1°) Procédé de refroidissement de produits métalliques à degré de symétrie axiale élevé, et coulés en continu, caractérisé en ce que l'on  
5 conduit l'opération de refroidissement secondaire en refroidissant plus vigoureusement une partie seulement du pourtour du produit coulé, ladite partie étant constituée de deux portions non-consécutives, symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe du produit.

2°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune  
10 desdites portions représente environ le quart du pourtour total du produit coulé.

3°) Procédé selon la revendication 2, dans lequel les produits coulés présentent un format carré ou sensiblement carré et caractérisé en ce que la partie du pourtour la plus vigoureusement refroidie est constituée par  
15 deux faces opposées du produit coulé.