

Elaboration d'aciers inoxydables austénitiques à très basse teneur en ferrite par coulée continue. Projet QUALINOX A. D'ALFONSO

Introduction

De nos jours, la plupart des nuances d'acier inoxydable austénitique sont élaborées par coulée continue. Le mode de solidification de ces aciers (Fig. 1) et les conditions de refroidissement imposées dans la machine de coulée font que le demi-produit contient toujours, à température ambiante, une certaine quantité de ferrite résiduelle distribuée de façon hétérogène dans le sens de l'épaisseur. Pour certaines applications chimiques des nuances austénitiques, les exigences actuelles requièrent des teneurs en ferrite très basses (< 0,5%). Afin de mettre au point de telles nuances qui sont réputées difficiles à laminier, le Service de Métallurgie effectue des recherches en collaboration avec Industeel Belgium dans le cadre du projet QUALINOX.

Buts du projet

Améliorer la qualité des produits de coulée continue.
Optimiser le contenu ferritique des nuances austénitiques coulées en continu en développant des modèles mathématiques qui prennent en compte les transferts de chaleur et de masse pour des brames brut de coulée ou traitées thermiquement. Déterminer l'influence de la ferrite résiduelle sur la forgeabilité des inox austénitiques.

Structure de solidification

Les demi-produits de coulée continue présentent une structure de solidification qui est caractérisée par des grains équiaxes et colonnaires (Fig. 2).

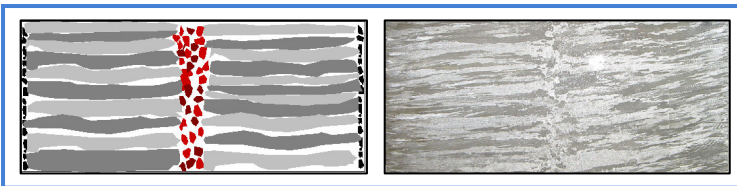


Fig. 2 – Structure de solidification d'une brame. Sens de l'épaisseur de coulée

Mesure et modélisation du contenu ferritique

Les modèles aux différences finies qui ont été développés par le Service de Métallurgie permettent de calculer les profils de ferrite des inox austénitiques à l'état brut de coulée (Fig. 3) et après traitement thermique de réchauffage. Leur mise au point et leur validation s'appuient sur diverses mesures physiques effectuées sur les demi-produits (caractéristiques dendritiques, teneur en ferrite par susceptibilité magnétique).

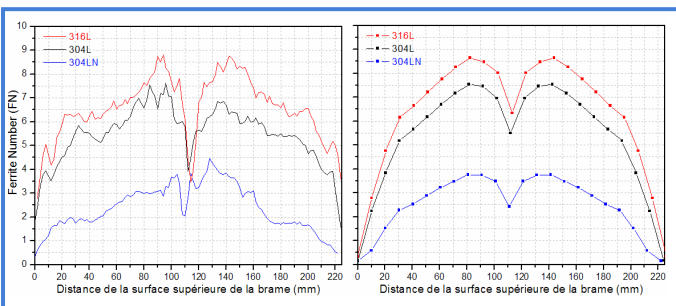


Fig. 3 – Profils de ferrite mesurés et calculés sur brames brute de coulée

Conclusions

Les modèles mathématiques développés dans le cadre du projet QUALINOX permettent de calculer avec bonne précision les profils de ferrite des brames d'acier inoxydable austénitique coulées en continu. De plus, le modèle de régression de la ferrite permet une estimation rapide et précise le temps du cycle thermique de réchauffage nécessaire pour atteindre de très basses teneurs en ferrite. L'obtention de celles-ci de façon économique implique l'adaptation de la composition chimique de la coulée de manière à limiter la quantité de ferrite en fin de solidification tout en gardant une bonne forgeabilité.

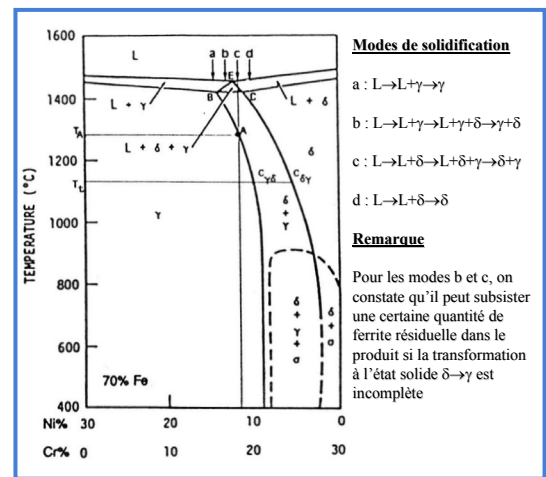


Fig. 1 – Coupe pseudo binaire du diagramme Fe-Cr-Ni

Contrôle de la forgeabilité

Les courbes de forgeabilité ont été obtenues en réalisant des essais de traction à chaud sur des échantillons de matière prélevés au centre et en peau supérieure de brame. Ces courbes présentent l'évolution de la striction de l'éprouvette après rupture (Z) en fonction de la température de traction. L'effet de la durée du traitement thermique (TT) de réchauffage qui précède le laminage des brames sur la forgeabilité du matériau a été étudié (Fig. 4).

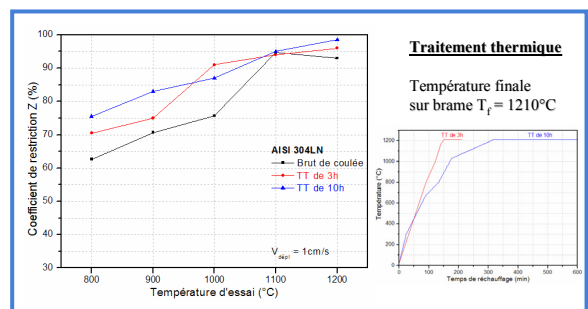


Fig. 4 – Effet du traitement thermique sur la forgeabilité