

RESUME :

Le modèle de Felicelli et al. a été utilisé afin de simuler la solidification colonnaire d'un alliage Pb-Sn 10% (configuration de type Bridgman vertical). Un refroidissement lent favorise l'apparition de canaux ségrégués. Le but est d'étudier l'influence d'écoulements laminaires, en convection naturelle et en convection électromagnétique, sur ces ségrégations : champ glissant pour les calculs 2D dans un rectangle 10x5 mm, champ rotatif pour les calculs 3D dans un cylindre 10x20 mm. Les équations de conservation (énergie, quantité de mouvement, concentration, fraction liquide), moyennées en volume, sont résolues grâce au logiciel FLUENT où elles ont été implantées. La convection forcée d'origine électromagnétique influence et modifie le positionnement des ségrégations, plus particulièrement celui des canaux ségrégués. Une expérience de validation (de type Bridgman horizontal) sans champ magnétique a été réalisée : alliage Sn-Bi 10% et domaine parallélépipédique 10x50x60 mm. Les températures instantanées sont mesurées durant le processus de solidification grâce à des thermocouples disposés sur les grandes faces du lingot et les ségrégations étudiées par analyses post-mortem (radiographies, cartes de concentration, fraction eutectique, macrostructures). Les premières comparaisons entre le code numérique et l'expérience ont été réalisées.

INFLUENCE OF BUOYANCY AND ELECTROMAGNETICALLY DRIVEN FLOWS ON THE MESOSEGREGATIONS DURING THE SOLIDIFICATION OF METAL ALLOYS

ABSTRACT :

The model of Felicelli and al. is applied to simulate the columnar solidification of a Pb-Sn10% alloy. Slow-cooling conditions in a vertical Bridgman type solidification promote the formation of channel segregation. Our objective is to study how these segregations are influenced by laminar flows driven both by buoyancy and by AC fields: travelling one for 2D calculations on a 10x5 mm ingot and rotating one for 3D calculations on a 10x20 mm cylinder. The space-averaged equations for conservation of energy, momentum, mixture solute and liquid fraction are solved by means of the FLUENT package. A benchmark experiment has been achieved with a parallelepipedic box 10x50x60 mm of a Sn-Bi 10% alloy without electromagnetic forces in a horizontal Bridgman type solidification. The instantaneous temperature is recorded thanks to 25 thermocouples and solute segregations are analysed on the final solidified ingots. First comparisons between the numerical model and the experiment have been done.

Ecole Doctorale : Mécanique et Energétique. **Spécialité :** Energétique Physique.

MOTS-CLES : Simulations numériques 2D / 3D, solidification colonnaire, convection naturelle, écoulements laminaires, écoulements électromagnétiques, canaux ségrégués, expérience, champ glissant, champ rotatif, modèle Felicelli et al., moyenne volumique, PbSn, SnBi.

KEYWORDS : 2D / 3D numerical simulations, columnar solidification, buoyancy, laminar flows, electromagnetically-driven flows, channel segregations, benchmark experiment, travelling AC field, rotating AC field, Felicelli and al. model, space-averaged equations, PbSn, SnBi.

Laboratoire Elaboration par Procédés Magnétiques

Adresse géographique :

1340 Rue de la Piscine
Domaine Universitaire
38400 Saint-Martin d'Hères

Adresse postale :

ENSHMG – BP 95
38402 Saint-Martin d'Hères Cedex

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'INPG

Spécialité : ENERGETIQUE PHYSIQUE

préparée au laboratoire : **ELABORATION PAR PROCEDES MAGNETIQUES**

dans le cadre de l'Ecole Doctorale : **MECANIQUE ET ENERGETIQUE**

présentée et soutenue publiquement

par

Ghislain QUILLET

le 21 février 2003

**Influence de la convection, naturelle ou forcée,
sur l'apparition des mésoségrégations
lors de la solidification des alliages métalliques.**

Directeurs de thèse :

Yves FAUTRELLE et Peter LEHMANN

JURY

M.	Y. BRECHET	, Président
M.	D. GOBIN	, Rapporteur
M.	H. COMBEAU	, Rapporteur
M.	Y. FAUTRELLE	, Directeur de thèse
M.	P. LEHMANN	, Directeur de thèse
M.	A. GRELLIER	, Examineur