

**Rôle des grains équiaxes dendritiques dans la formation de macroségrégation :
modélisation numérique des benchmarks laboratoires
et solidification de lingot industrielle**

Tao WANG

Sous la direction de Y. Delannoy, E. Wang (Univ. Nord-Est de Chine) et O. Budenkova

Mardi 1^{er} juin 2021 à 9h00

Jury :

M Hervé COMBEAU, Professeur à l'Université de Lorraine, Rapporteur

Mme Nathalie, MANGELINCK-NOEL, Directrice CNRS Section 15, Rapporteuse

M Valéry BOTTON, Professeur à l'INSA Lyon, Examineur

M Ilya PESHKOV, MCF (Associate Professor) at University of Trento, Examineur

M Frederic AYELA, Professeur à l'UGA, Examineur

M Yves FAUTRELLE, Professeur Emerite à l'UGA, Grenoble INP, Invité

Résumé : Cette thèse concerne la solidification d'alliages et plus particulièrement la modélisation de la macroségrégation des lingots métallurgiques sous l'effet de la croissance de grains équiaxes en mouvement au sein de la phase liquide. Le développement d'un modèle numérique basé sur des moyennes de volume γ est présenté, suivi par des tests sur des expériences modèles et par une application à la coulée d'un lingot industriel. Un modèle modernisé de solidification équiaxe à trois phases a été développé, avec une nouvelle expression de la longueur de diffusion requise dans l'équation de croissance des grains. L'effet drastique du modèle de longueur de diffusion a été démontré par des simulations de solidification d'alliage Sn-5pds% Pb dans une cavité parallélépipédique, similaire à l'expérience de Hebditch-Hunt. La fiabilité de ce nouveau modèle de solidification équiaxe a été testée à l'aide d'une simulation numérique du benchmark AFRODITE de solidification de l'alliage Sn-10pds% Pb avec brassage électromagnétique. Les distributions calculées de température au cours de la solidification et de la macro-ségrégation finale sont en bon accord avec les résultats expérimentaux. L'effet de l'intensité de la force de Lorentz utilisée pour le brassage sur la macro-ségrégation finale a été analysé numériquement. Enfin, le modèle de solidification équiaxe développé dans cette thèse a été utilisé pour étudier la formation de la macro-ségrégation dans un lingot d'acier de 2,45 tonnes. Le mécanisme de formation de la macro-ségrégation dans le lingot a été analysé et l'effet de l'intensité du refroidissement a été étudié. De plus, l'effet du brassage électromagnétique sur le processus de solidification et sur la formation de macro-ségrégation dans le lingot a été étudié par une série de simulations numériques.