

Caractérisation d'une surface oxydée de métal fondu.

Résumé : Les alliages d'aluminium, couramment utilisés en fonderie pour la fabrication de pièces légères à hautes caractéristiques mécaniques, s'oxydent au contact de l'air. Une fine couche d'oxyde se forme au niveau de l'interface métal fondu - air qui vient perturber les écoulements durant les procédés de mise en forme. En présence d'oxyde, ni une condition de glissement pur, ni une condition de non-glissement, ne parviennent à décrire correctement les écoulements. Afin de mieux comprendre cette dynamique interfaciale particulière, une caractérisation mécanique du film d'oxyde est entreprise, complétée par une étude physicochimique. Concernant le premier point, qui constitue l'essentiel de la thèse, un modèle basé sur une interface visqueuse est privilégié en considérant une approche macroscopique. Ce modèle implique des grandeurs surfaciques (en excès) qui doivent être identifiées à partir des expériences : la tension de surface et les viscosités surfaciques. Pour cela, un viscosimètre annulaire MHD compatible avec la température de fusion d'un alliage d'aluminium est développé. En parallèle, on montre par modélisation et calculs numériques que la MHD aide à mieux identifier expérimentalement les grandeurs mécaniques recherchées. Le cas d'une interface incurvée et caractérisée par un comportement non-newtonien est aussi considéré afin de décrire au mieux les expériences. Par ailleurs, le processus d'oxydation est étudié *via* des analyses cinétiques, dites thermogravimétriques, des observations au microscope électronique à balayage et des analyses à la microsonde de Castaing. Cela afin d'évaluer la morphologie, l'épaisseur, la composition chimique et la cinétique d'oxydation. *In fine*, ces études mécaniques et physicochimiques mettent en évidence la nature très visqueuse et le comportement rhéofluidifiant d'une couche d'oxyde résiduelle.

Characterization of the oxidized surface of molten metal.

Abstract : Aluminum alloys, commonly used for casting of lightweight parts with high mechanical properties, oxidize very quickly in contact with ambient air. A thin oxide layer is formed at the molten metal - air interface which disturbs the flows during casting processes. In this case, neither a slip condition, nor a no-slip condition properly describe the flows. In order to better understand these unusual interfacial dynamics, a mechanical characterization of the oxide film is engaged, together with a physico-chemical study. On the first point, which constitutes the main part of the thesis, a model based on a viscous interface is developed by considering a macroscopic approach. This description leads to the introduction of (in excess) surface quantities which need to be further identified from experiments, namely, the surface tension and the surface viscosities. An annular MHD surface viscometer, capable of withstanding the high temperature of molten aluminium, is then developed. In parallel, modeling and numerical simulations show that MHD makes it possible to improve the experimental identification of the desired mechanical quantities. In order to better understand the experiments, the case of a curved interface due to wetting effects and characterized by a non-Newtonian behavior is also considered. In addition, the oxidation process is studied by means of thermogravimetric analysis, scanning electron microscope observations and wavelength dispersive X-ray spectroscopy analysis, in order to evaluate the morphology, the thickness, the chemical composition and the oxidation kinetics. Finally, these mechanical and physico-chemical studies make evident the highly viscous nature and the shear-thinning behavior of a residual oxide layer.