

Titre: Etude expérimentale de l'ébullition: caractérisation des phénomènes en proche paroi et de la dynamique d'une bulle

Mots clés: ébullition, bulles, microcouche, interférométrie, thermographie infrarouge, expérience

Résumé: Ce travail consiste en une étude expérimentale des phénomènes physiques à micro-échelle se produisant lors de la croissance d'une seule bulle attachée à la paroi chauffante en régime d'ébullition nucléée. L'expérience est réalisée avec de l'eau à pression atmosphérique en utilisant des diagnostics optiques rapides (4000 images par seconde) et à l'échelle microscopique. La surface d'ébullition est constituée d'un film d'oxyde d'indium et d'étain (ITO) déposé sur une fenêtre transparente en MgF_2 . La bulle est déclenchée par chauffage local avec un laser infrarouge (IR). Nous étudions la dynamique et le transfert de chaleur d'une microcouche liquide qui peut se former entre la paroi et la bulle. Des mesures simultanées et synchronisées du profil de la microcouche, de la forme macroscopique de la bulle et de la température de la paroi sont obtenues respectivement par interférométrie en lumière blanche, par ombroscopie latérale et par thermographie IR. Le flux de chaleur de la paroi est reconstruit en utilisant la distribution de la température de la paroi. Une nouvelle

caractéristique de la forme de la microcouche a été détectée : une bosse dans le profil de la microcouche qui apparaît au stade initial de la croissance de la bulle. Une théorie simple qui nous permet d'expliquer cette bosse est présentée. La bosse est expliquée par la croissance rapide des bulles et par l'interaction des forces visqueuses et capillaires agissant dans la microcouche pendant sa formation. Nous décrivons également une simulation numérique 2D de la dynamique de la microcouche qui montre un bourrelet d'assèchement mise en évidence dans les simulations numériques précédentes près de la ligne de contact et une bosse plus éloignée. Un bon accord est trouvé entre les profils simulés et expérimentaux des microcouches dans la région de la bosse. Nous montrons que l'assèchement est accéléré par l'évaporation, ce qui entraîne la formation d'un large bourrelet aux premiers stades de la croissance des bulles. Nos résultats montrent que l'amincissement de la microcouche dans le temps est dû à son évaporation. La résistance thermique à l'interface liquide-vapeur est importante.

Title: Experimental study of boiling: characterization of near wall phenomena and bubble dynamics

Keywords: boiling, bubble, microlayer, interferometry, infrared thermography, experiments

Abstract: This work consists on an experimental study of the microscale physical phenomena occurring during the growth of a single bubble attached to the heater in nucleate boiling. The experiment is performed with water at normal conditions by using state-of-the-art high-speed (4000 frames per second) and microscopical optical diagnostics. The boiling surface consists of an indium tin oxide (ITO) film deposited on the transparent MgF_2 porthole. The ITO heating is performed locally with an infrared (IR) laser directed from below. We study the liquid microlayer that can form between the heater and the bubble. Simultaneous and synchronous measurements of the microlayer profile, macroscopic bubble shape and wall temperature are obtained by white light interferometry, sidewise shadowgraphy and IR thermography, respectively. The wall heat flux is reconstructed using the wall temperature distribution. A new feature in the microlayer shape

has been detected: a bump in the microlayer profile that appears at the initial stage of the bubble growth. A simple theory that allows us to explain the bump is presented. The bump is explained by the fast bubble growth and as an interplay of viscous and capillary forces acting in the microlayer during its formation. We also describe a 2D numerical simulation of microlayer dynamics that shows both a dewetting ridge evidenced in earlier numerical simulations near the contact line and a bump farther away. A good agreement is found between simulated and experimental microlayer profiles in the bump region. We show that the dewetting is accelerated by evaporation, which leads the formation of a large dewetting ridge at the initial stages of bubble growth. Our results also show that the microlayer thinning in time is due to its evaporation. The thermal resistance at the liquid-vapor interface is shown to be important.