

From interacting bubbles and drops to soft capsules: shape, mechanics and stability analysis

Résumé

La thèse traite des interactions entre les films de savon, les bulles, les gouttes et les capsules. Le lien entre les propriétés mécaniques de l'interface et la réponse mécanique des assemblages de bulles est étudié. La stabilité des différentes formes et les transitions entre ces formes sont analysées en détail. Le premier chapitre utilise la théorie des surfaces minimales pour décrire les films de savon avec des conditions aux limites non axisymétriques proches de la solution axisymétrique de la caténoïde. Le deuxième chapitre considère deux bulles/gouttes ou un pont capillaire maintenu par deux capillaires circulaires coaxiaux. En faisant varier la distance entre les deux capillaires ou le volume des bulles/gouttes/capillaires, on observe une variété de formes et de transitions de forme. Les observations sont étayées par des méthodes théoriques et numériques. Le troisième chapitre traite de la formation et de la caractérisation mécanique d'une peau de polymère à l'interface entre une émulsion de polyéthylène glycol – catalyseur de platine et une huile de silicone réactive. La caractérisation a lieu directement pendant la réaction chimique qui peut donc être suivie dans le temps. Le dernier chapitre étudie les interactions de deux peaux de ce type à l'interface entre deux gouttes d'émulsion.

Résumé en anglais

The thesis deals with the interactions of soap films, bubbles, drops and capsules. The mechanical properties of the interface are related to the mechanical response of the shapes. Therefore, the stability of the different shapes and their shape transitions are analysed. The first chapter uses the theory of minimal surfaces to describe soap films with non-axisymmetric boundary conditions close to the axisymmetric solution of the catenoid. The second chapter considers two bubbles/drops or a capillary bridge held by two coaxial circular capillaries. By varying the distance between the two capillaries and the dimensions of the bubbles/drops/capillaries, a variety of tensions, shapes and shape transitions are observed. The observations are supported by theoretical and numerical methods. The third chapter deals with the formation and mechanical characterisation of a polymer skin at the interface between a polyethylene glycol - platinum catalyst emulsion and a reactive silicone oil. The characterisation takes place directly during the chemical reaction and can therefore be followed over time. The last chapter considers the interactions of two such skins at the interface between two emulsion droplets.