

Journée Industrielle du Congrès d'Analyse Numérique
du 2 Juin 1994 (Les Karéllis - Savoie).

INTERFACES EN MILIEU POLYPHASIQUE

par R. PRUD'HOMME et N. JAMET

Laboratoire d'Aérodynamique - CNRS - 4 ter Route des Gardes, F 92190 MEUDON

Les milieux polyphasiques sont multiples et seuls quelques cas seront envisagés ici en vue de mettre en évidence les problèmes qui peuvent se poser lors de la modélisation des interfaces en présence.

Le premier cas est celui d'une discontinuité du type onde de choc dans une suspension monodisperse. On suppose connues les conditions en amont et l'on écrit les équations de conservation de la masse et de la quantité de mouvement à la discontinuité. Il est aisé de montrer qu'à moins de faire intervenir des lois de comportement spécifiques à l'interface, il manque deux équations pour déterminer les conditions aval. Cela est très différent si l'on admet (1) qu'il y a équilibre entre les constituants de la suspension en amont et en aval du choc et que le rapport entre les débits de particules et de fluide est constant. Le mélange se comporte alors comme un seul fluide, dit fluide équivalent.

Le concept de fluide équivalent permet aussi de résoudre simplement des problèmes d'interface du type couche limite et d'en déduire une loi de comportement interfaciale (2)(3). Le cas de la couche limite avec déséquilibre interne pose des questions plus complexes et est difficile à résoudre analytiquement.

Les deux exemples précédents concernent des suspensions en mouvement sans surface libre. La présence d'une surface libre de suspension liquide invite à étudier celle-ci à l'équilibre avant d'en modéliser les mouvements. Se pose alors la question de ce que l'on entend par tension de surface dans ce cas.

Un premier problème est posé par la présence de configurations à trois phases et un exemple sera présenté à propos de l'équilibre d'une sphère à l'interface liquide-fluide (4).

Un second problème est étudié actuellement en relation avec les ferrofluides. Il est de nature tout à fait différente du précédent. Les effets magnétocapillaires ont été étudiés récemment en considérant le ferrofluide comme un fluide magnétique de susceptibilité magnétique constante (5). Or, le fait d'appliquer un champ magnétique conduit à une variation importante du moment magnétique à la traversée de la zone interfaciale et des lois non linéaires

apparaissent pour relier moment et champ magnétique (6). La détermination de la tension superficielle s'en trouve rendue plus difficile par les procédures habituelles consistant à intégrer les tenseurs de contrainte suivant la normale à l'interface.

L'étude des interfaces en milieu polyphasique montre la variété des problèmes posés. Leur modélisation invite à partir d'hypothèses physiquement acceptables et à utiliser des méthodes de résolution adéquates.

(1) P. KUENTZMANN - Aérothermochimie des suspensions. Mémoire de Sciences Physiques. Fasc. 72. Gauthiers-Villars. 1973.

(2) F. MARBLE - Dynamics of a gas containing small solid particles. Combustion and propulsion fifth AGARD Colloquium. Cambridge. Pergamon Press. 1963.

(3) R. PRUD'HOMME - Fluides hétérogènes et réactifs : écoulements et transferts. Lecture Notes in Physics 304, Springer-Verlag. 1988.

(4) A.V. RAPACCHIETTA & A.W. NEUMANN - Force and free-energy analysis of small particles at fluid interfaces. J. of Colloid. and Interface Science ,59, 1977.

(5) L. LIGGIERI, A. SANFELD & A. STEINCHEN - Effect of magnetic and electric fields on surface tension of liquids. Accepté par Physica, 1994.

(6) A.C. ERINGEN & G.A. MAUGIN - Electrodynamics of continua. Vol.II. Springer-Verlag, 1990.