Avant-propos

Foreword

François Resch *

Chargé de Recherche au C.N.R.S.

Animateur du sous-groupe « Métrologie des écoulements diphasiques »,
groupe de travail « Ecoulements polyphasiques »
de la Société Hydrotechnique de France

On peut constater facilement l'intérêt, sans cesse croissant, des études consacrées depuis plus de dix ans à l'instrumentation et à la mesure en écoulements diphasiques. En 1972, G.F. Hewitt avait déjà recensé près de 300 publications sur les techniques de mesures en écoulements diphasiques ; gageons que ce nombre a évolué exponentiellement depuis !

Il était donc tout à fait normal qu'une structure souple de concertation s'organise à un échelon supérieur à celui des contacts, même réguliers, que les équipes concernées pouvaient avoir développés. C'est le but que s'est proposé Monsieur H. Mondin, Président du Groupe de travail "Ecoulements polyphasiques" de la Société Hydrotechnique de France, en créant, en 1976, un sous groupe intitulé "Métrologie des écoulements diphasiques". Ce sous-groupe ayant tenu plusieurs réunions en comité restreint, la nécessité d'une concertation plus élargie s'est faite rapidement sentir, ce qui a conduit à l'organisation d'une journée d'études qui s'est tenue à Grenoble le 15 décembre 1977. La présence d'une trentaine de participants, représentant seize organismes différents a prouvé l'intérêt soulevé par le sujet. Les travaux se sont déroulés sous la forme d'exposés, suivis de discussions, ce qui a permis une large confrontation sur les problèmes actuels.

C'est la presque totalité de ces exposés que nous avons voulu rassembler ici, dans l'intention, non pas de présenter de façon exhaustive — ce qui serait impossible vu l'ampleur du sujet — l'état d'avancement des connaissances en métrologie diphasique, mais plutôt d'attirer l'attention des utilisateurs potentiels sur les orientations et les préoccupations de certaines équipes nationales engagées dans de tels travaux.

The growing importance of the results of over ten years of research on two-phase flow measurement and instrumentation is clearly appreciated by all concerned. A report by G.F. Hewitt in 1972 listed nearly 300 publications on the subject of two-phase flow measurement methods, and it seems a safe bet to assume that the number must have been increasing exponentially since then !

Organisation of an adaptable planning and discussion body above the level of regular mutual research group contacts has been the logical outcome of this situation. This was initiated by the Chairman of the Polyphase Flow Work Group of "Société Hydrotechnique de France", H. Mondin, who formed a "Two-Phase Flow Metrology" sub-group in 1976. However, the need for means of discussion offering wider scope became increasingly obvious after the sub-group had held a number of informal meetings, and therefore, a one-day study and research meeting was organised in Grenoble on the 15th December 1977. The fact that thirty people from sixteen different organisations attended this meeting bears witness to the interest the subject attracted. Several papers were read, followed by discussions in which views on existing problems were widely exchanged.

Our intention in including practically all these papers in the Special Issue is to attract potential users' attention to the aims and activities of French research teams engaged in such work, rather than to report exhaustively on present progress in the field of two-phase flow metrology, which would have been quite impossible for such a vast subject.

(*) Institut de Mécanique Statistique de la Turbulence,
12 avenue du Général Leclerc — 13003 Marseille.

En effet, dans des branches de plus en plus nombreuses de la recherche et de l'industrie, les expérimentateurs se trouvent confrontés à des configurations — écoulements, suspensions, instabilités, ... — de type di- (ou multi-)phasique. Le taux de présence local ou spatial d'une phase ainsi que sa dispersion (ou granulométrie) au sein de l'autre phase, constituent des paramètres essentiels pour les grandeurs physiques que représentent les termes des équations générales applicables aux configurations envisagées. Les pionniers dans ce domaine, ont eu recours à l'observation visuelle, vite dépassée par l'observation photographique. Cette dernière s'étant avérée à son tour insuffisante et parfois même à l'origine d'erreurs, de nombreuses techniques se sont développées pour effectuer des mesures globales, aussi bien que locales ; le recoupement de ces dernières avec les précédentes permettant d'estimer, même approximativement, le degré de précision des unes et des autres. On a ainsi assisté au développement de nombreuses techniques de mesure dont les plus courantes sont basées sur des méthodes optiques, thermiques, électriques ou chimiques. De nombreux ouvrages, publications ou articles en ont donné une description détaillée. Notons seulement ici, d'une part que la sensibilité et la précision de ces techniques ne cessent de croître, d'autre part que les sondes locales se miniaturisent de plus en plus afin de perturber le moins possible l'écoulement. Ce point est particulièrement critique en écoulement diphasique à cause de la présence d'interfaces déformables au contact des sondes elles-mêmes. Enfin, on peut souligner que la métrologie diphasique semble, à l'heure actuelle, se développer vers des mesures dans des configurations d'écoulements soit à haute température, soit à forte pression, soit enfin en présence de phase très dispersée.

Nous avons tenté de donner un ordre logique aux articles présentés dans ce numéro, en commençant par ceux qui ont une portée plus générale, pour terminer par ceux qui ont un objet plus spécifique.

Dans ce sens, l'article de Monsieur Delhaye sur "les paramètres descriptifs des écoulements diphasiques gaz-liquide" précise d'emblée les notions importantes de vitesse de déplacement, de variable indicatrice de phase et d'opérateurs de moyenne.

Messieurs Bonnin et Fitremann présentent ensuite une synthèse sur "les configurations d'écoulement gaz-liquide", qui permet de "classer" les différents régimes d'écoulements diphasiques.

Les trois articles suivants décrivent des méthodes relativement récentes qui permettent :

- 1) de déterminer les aires interfaciales et les coefficients de transfert de matière par une méthode chimique (Monsieur Charpentier) ;
- 2) de mesurer le frottement pariétal en écoulement diphasique, par une méthode électrochimique (Messieurs Cognet, Lebouche et Souhar) ;
- 3) de contrôler la nucléation par utilisation de tubes de Venturi (Messieurs Lecoffre et Marcoz).

On présente ensuite l'article sur le "Tunnel aérodynamique destiné à l'étude de la turbulence d'écoulements air-eau" par Messieurs Lance, Charnay et

Indeed, more and more branches of research and industry are having to deal with problems involving two-phase and polyphase flow, suspensions, instability and similar configurations. The local or spatial occurrence rate of a phase and its dispersion (or particle size) within the other phase are essential parameters for the physical quantities which represent the terms of general equations applicable to the considered configurations. Pioneers in this field had to rely on visual observation, but this very soon gave way to photography. As this in turn proved inadequate and sometimes even a source of error, a large variety of methods for both global and local measurement were developed, the accuracy of which can be assessed (even if only approximately) by cross-checking. The most common methods are optical, thermal, electrical and chemical, detailed descriptions of which are to be found in many books, publications and articles. Two points of interest are (i) the increasing sensitivity and accuracy of these methods and (ii) steadily developing miniaturisation of local measurement probes, transducers and the like, with a view to minimum possible disturbance of the flow by the measurement device. This is a particularly critical point as regards two-phase flow, the interface of which is subject to deformation by contact with such devices. And finally, it will no doubt be of interest to note that two-phase metrology appears to be developing in the direction of measurements in high-temperature or high-pressure flow configurations, or containing a widely-dispersed phase.

We have attempted to present the articles in a logical order, taking those with a more general bearing first and leaving the more specific subjects till last.

The first article (Delhaye), on "descriptive parameters for gas-liquid two-phase flow", discusses the important concepts of displacement, velocity, phase-indicating variables and mean operators.

This is followed by a report presenting a synthesis of "gas-liquid flow configurations" (Bonnin and Fitremann) whereby various two-phase flow regimes can be "classified".

The next three articles describe comparatively recent measurement methods :

- 1) *"A chemical method for determining interface area and mass transfer coefficient" (Charpentier).*
- 2) *"An electro-chemical method for measuring boundary friction in two-phase flow" (Cognet, Lebouche and Souhar).*
- 3) *"Use of Venturi tubes for checking nucleation" (Lecoffre and Marcoz).*

Next comes an article on "an aerodynamic tunnel for air-water flow turbulence research" (Lance, Charnay and Bataille), describing a facility it should be possible to use

Bataille. Cette installation devrait permettre d'effectuer des études de base sur les interactions entre la turbulence et les bulles d'air.

Les métrologies adaptées à différents problèmes sont enfin présentées dans les articles suivants :

- 1) "Aspects diphasiques des échanges particuliers à l'interface air-mer" (Messieurs Resch et Avellan) qui traite des différentes possibilités de mesurer la production d'aérosols marins.
- 2) "Mesure d'épaisseur de films liquides" (Monsieur Solesio) dans lequel les variations d'épaisseur de film sont déterminées par une méthode d'absorption de Rayons X.
- 3) "Mesure des paramètres diphasiques d'un mélange gaz-liquide dans des conduites de grande longueur" (Monsieur Fitremann) qui concerne les problèmes soulevés par le transport pétrolier.

Trois contributions font ensuite apparaître des problèmes à l'utilisation des sondes locales :

- 1) "Vitesse de transit d'interface par bisonde" (Monsieur Mondin) qui rassemble des remarques peut être trop facilement oubliées dans l'emploi particulier de ces sondes qui paraissent être à l'heure actuelle les mieux appropriées à la détermination de la vitesse de passage des interfaces.
- 2) "Mesures locales dans les écoulements diphasiques" (Monsieur Danel) qui montre les possibilités offertes par les sondes optiques dans des écoulements finement dispersés et également à haute température et à haute pression.
- 3) "Etudes statistiques liées aux sondes résistives" (Monsieur Lewi) qui est plus directement liée au traitement du signal obtenu par une bisonde.

Ce numéro s'achève enfin sur une étude plus théorique, celle de Messieurs Dennery et Guenot : "Considérations sur certains aspects mécaniques et thermodynamiques de la théorie des interfaces fluides" qui montre comment un terme de flexion (ajouté à celui d'extension) de la surface des très petites bulles ou gouttes peut être la cause des disparités entre les résultats des mesures et les théories antérieures.

Par la diversité des sujets traités et des références qui y sont apportées, nous espérons que ce document pourra utilement informer et guider les lecteurs débutants et spécialisés dans la science et la technologie diphasique.

for basic research on turbulence and air-bubble interaction.

Suitable metrology for various problems is then described in the following articles :

- 1) *"Two-phase aspects of particle exchange at the air-sea interface" (Resch and Avellan), covering various possibilities of measuring marine aerosols.*
- 2) *"Measurement of liquid film thickness" (Solesio), describing an X-ray absorption method for measuring film thickness variations.*
- 3) *"Measurement of two-phase parameters of a gas-liquid mixture in very long pipes" (Fitremann), on various oil pipeline conveying problems.*

The next three articles discuss problems associated with the use of local measurement probes :

- 1) *"Twin-probe measurement of interface transit velocity" (Mondin), recapitulating a number of perhaps too readily forgotten remarks on the special use of this type of probe, which seems to be the most suitable for its purpose at the present time.*
- 2) *"Local measurements in two-phase flow" (Danel), demonstrating the possibilities of optical probes in finely-dispersed flow, and also under high temperature and pressure conditions.*
- 3) *"Statistical studies associated with resistive probes" (Lewi), which is in more direct connection with processing of twin-probe signals.*

The final article "Considerations on some mechanical and thermodynamic aspects of fluid interface theory" (Dennery and Guenot), covers a more theoretical subject ; it is shown how addition to the extension term of a flexion term for the surface of very small bubbles or droplets may be responsible for certain discrepancies between measured data and previous theoretical data.

We hope the diversity of subjects and the references in this Special Issue will provide useful information and guidance for both beginners and specialists in the field of two-phase flow science and technology.