

## Éditorial

### FLUIDES CHARGÉS EN FORAGE ET PRODUCTION PÉTROLIÈRE

Qu'est-ce qu'un fluide complexe ? Un fluide *normal*, serait-on tenté de dire, tant les fluides de la vie courante s'éloignent de la notion académique de fluide homogène et newtonien. Gels, mousses, pâtes, boues, coulis, glaises, etc., nous environnent de toutes parts. Le caractère multiphasique est la règle plus que l'exception. Viscoélasticité, contrainte seuil, thixotropie, rhéofluidification ou — au contraire — rhéoépaississement, sont des propriétés qu'il est difficile d'éviter.

Le génie civil et plus encore le génie pétrolier regorgent de fluides complexes d'une famille particulière : les dispersions de grains dans un fluide porteur, qui peut lui-même être une dispersion de particules plus fines, une émulsion ou une solution de polymères. Qui plus est, la concentration en particules est souvent élevée. Outre les propriétés mentionnées plus haut apparaissent alors des phénomènes qui commencent seulement à être étudiés : vieillissement, blocage, rupture, hétérogénéités de toutes sortes, conséquences de l'état encombré du milieu. La physique du tas de sable et des verres trouve là un champ d'application inattendu.

Ce numéro de *Oil & Gas Science and Technology* a pour ambition de broser un tableau de quelques problématiques reliées à ces « fluides chargés » en forage et production pétrolière et de jeter un éclairage sur les études engagées par l'*IFP* dans ce domaine. Dans son article de synthèse, Yannick Peysson déclinera ces problématiques en les plaçant dans leur contexte et, en particulier, dans les schémas complexes de forage et de production déjà utilisés ou en développement.

En termes mécaniques, déterminer la loi de comportement d'un fluide est la première et la plus générale des caractérisations nécessaires pour le manipuler correctement. Bien souvent, l'essai rhéométrique utilisé est un essai « aveugle », admettant implicitement la continuité des déformations et la stabilité de l'écoulement. Les techniques d'imagerie (le rhéomètre est *dans* l'imageur) présentées dans le second article nous montrent que, dès que le fluide est tant soit peu complexe, il n'en est souvent rien. À travers les résultats présentés, c'est toute une nouvelle conception de la rhéométrie qui est introduite.

Le comportement des suspensions est classiquement décrit en termes de dissipation visqueuse ou en termes d'interactions à courte ou longue portée (van der Waals, doubles couches électriques, etc.). Pourtant, en écoulement rapide et/ou confiné (conditions fréquentes en forage ou en production), l'écoulement conduit plus souvent qu'on ne le pense à des *contacts* interparticulaires, même avec des particules de taille colloïdale. Le frottement interparticulaire devient alors une source de dissipation et de blocage. En termes de formulation, cela conduit à concevoir les additifs non seulement pour leurs propriétés dispersantes mais aussi pour leurs propriétés lubrifiantes. Les coulis de ciment et les effluents chargés en hydrates, abordés dans les deux articles suivants, illustrent ceci.

Même les phénomènes les plus simples sont à revoir dans le cas des fluides complexes. La simple sédimentation de particules — même sphériques et monodisperses — dans un fluide

rhéofluidifiant échappe déjà notablement aux lois de référence. Si le milieu est, comme souvent, fortement concentré, les effets collectifs génèrent des mouvements transverses par rapport à la direction de l'écoulement et peuvent conduire à des phénomènes de ségrégation. C'est l'objet des deux derniers articles que d'analyser ces phénomènes.

C'est finalement une science des fluides chargés un peu plus prédictive qui se profile à l'horizon...

Henri Van Damme

*Directeur du laboratoire de Physico-Chimie structurale et macromoléculaire  
École supérieure de Physique et Chimie industrielles  
Expert auprès du Conseil scientifique de l'IFP*

# Editorial

## SOLID/LIQUID DISPERSIONS IN DRILLING AND PRODUCTION

What are “complex fluids”? *Normal* fluids, would one be tempted to answer in view of the obvious difference between the fluids of our every day life and the very academic homogeneous and Newtonian fluid of our fluid mechanics lectures. Gels, pastes, foams, muds, etc., are everywhere around us. Multiphasic composition is the rule rather than the exception. Viscoelasticity, yield stress, thixotropy, shear-thinning or—on the contrary—shear-thickening are properties which can hardly be avoided.

Civil engineering and even more petroleum engineering are full of complex fluids of a particular kind: fluids which are dispersions or slurries of particles in a suspending medium which may itself be a suspension of smaller particles, an emulsion, or a polymer solution (or any combination thereof!). In addition, the concentration of dispersed particles is often very high. This leads to new phenomena, the study of which is only beginning: ageing, jamming, rupture and heterogeneities of all kind, which are the result of the high concentration of the medium. The physics of granular media and of glasses finds there an unexpected application field.

This issue of *Oil & Gas Science and Technology* aims at providing an overview of some problems related to dispersions and slurries in drilling and oil production, and to shed light on the ongoing studies at *IFP* in this field. In his introductory paper, Yannick Peysson will describe those problems and put them into perspective, in particular with respect to the complex drilling and production scheme already in use or in development.

In mechanics terms, determining the constitutive law of a fluid is the first and the most general characterization to perform in order to control it properly. Very often, rheology measurements are performed in “blind” conditions, assuming that the strain is continuous and that flow is stable. The imaging techniques presented in the second paper of this issue (the rheometer is *in* the imaging machine) show that this is far from being the case in suspensions. Through the results which are presented, it is a totally new vision of rheometry which is introduced.

The rheological behaviour of suspensions is classically described in terms of viscous dissipation and short—or long—range interactions (van der Waals, electric double layer, etc.). However, in rapid and/or confined flow conditions (frequently encountered in drilling and production), flow leads more often than one might believe to *contact* between particles, even with particles in the colloidal domain. This leads to a new source of dissipation by friction and possibly to jamming or even complete stop of the flow. In terms of formulation, this imposes to design additives with good dispersing properties and also with good lubricating properties. Two papers are devoted to this, in the case of cement slurries and in the case of gas hydrate effluents, respectively.

Even very simple phenomena have to be revisited in complex fluids. The simple sedimentation of particles—even spherical and monosized—in a shear-thinning fluid is significantly different from what it is in a Newtonian fluid. In concentrated dispersions, collective effects generate transverse

efforts and motions which may lead to strong segregation. The last two papers are devoted to these phenomena, including in high Reynolds number conditions.

The picture which is emerging is that of a complex fluid science with, we hope, an increasing predictive power.

Henri Van Damme

*Director, Laboratory "Physico-Chimie structurale et macromoléculaire"*  
*École supérieure de Physique et Chimie industrielles*  
*Expert contributor to IFP Scientific Board*