

Éditorial

Les matériaux polymères ont été développés à l'origine de manière à répondre à certains besoins de l'industrie de l'emballage ou de l'industrie automobile en tant qu'éléments non fonctionnels d'un point de vue mécanique (à l'exception des pneumatiques). Cependant, en raison de leur propriété barrière et de l'absence de phénomènes de corrosions, l'utilisation de ces matériaux a rapidement évolué vers des applications plus intégrées, comme, par exemple, les canalisations pour l'acheminement de gaz de ville au sein des réseaux de distribution. En parallèle, les matériaux composites à matrice organique ont gagné leurs lettres de noblesse dans l'industrie nautique et aéronautique afin d'améliorer les performances des structures en termes d'allègement. D'une manière générale, on assiste à l'heure actuelle à une utilisation croissante des polymères au sein de pièces présentant un cahier des charges de plus en plus sévère en termes de tenue mécanique et de durabilité.

En ce qui concerne l'industrie pétrolière, l'exemple des gaines d'étanchéité dans les canalisations flexibles pour la production d'huile en offshore, est sans doute le plus représentatif de la sévérité des conditions environnementales vues par certains grades de polymères semi-cristallins : pression pouvant croître jusqu'à 80 MPa, températures comprises entre 40 °C et 130 °C, fluides d'exploitation et de production agressifs...

Un grand nombre de recherches et de développements ont donc été effectués par les producteurs de matière afin d'améliorer les propriétés mécaniques des familles de polymères proposées. Cependant, l'obtention d'un grade à haut module ou à haute limite d'élasticité n'est pas suffisante et l'intégration efficace des polymères au sein de certaines pièces industrielles nécessite de développer une compréhension de plus en plus approfondie des mécanismes physiques de déformation et de rupture, ainsi que des outils prédictifs et robustes en terme de calcul des structures. C'est à cette fin que certains acteurs de la communauté scientifique mondiale se sont regroupés depuis une vingtaine d'année, au sein de différents groupes de travail. De manière à répondre à la nécessité de rapprocher la communauté des chimistes de celle des mécaniciens des solides, le DEPOS (pour Déformation des Polymères Solides), manifestation francophone et annuelle, a été créé dans les années 80. Nous proposons dans ce dossier un série d'articles non exhaustive du DEPOS19 organisé en 2004 à Poitiers.

On trouvera tout d'abord, un article de Addiego et al. portant sur la caractérisation expérimentale des processus de variation volumique d'un grade haute densité de polyéthylène, sollicité en traction et en fluage. Ce travail s'inscrit dans un axe de recherche qui a été abordé très tôt au DEPOS, notamment par les équipes de Christian G'Sell, de Jean-Louis Gacougnolle et par l'IFP également.

Ensuite, un des aspects important du DEPOS, concernant les relations entre structure et mouvements moléculaires et propriétés macroscopiques en termes de plasticité et de rupture, est abordé par Boughalmi *et al.* et Cazenave *et al.*

L'élaboration de lois constitutives du comportement mécanique visqueux et fortement non linéaire des polymères est également un aspect important d'un point de vue industriel, à l'échelle de la structure. Ce point fait ainsi l'objet de communications de plus en plus nombreuses lors de cette manifestation. On trouvera dans ce dossier une contribution de Hizoum et al. concernant la capacité de certains modèles à reproduire les effets non linéaires de vitesse de chargement et les particularités du comportement des polymères lors de la décharge.

Les polymères en situation industrielle sont en général soumis à différents types de sollicitations et interagissent fortement avec leur environnement immédiat. On assiste depuis quelques années à l'émergence de problématiques faisant intervenir différents phénomènes physiques d'une manière plus ou moins couplée. Les articles de Baudet *et al.* et Valançon *et al.* s'inscrivent dans cette thématique.

La rupture est également abordée par Saad *et al.* en utilisant l'approche des zones cohésives pour les polymères amorphes et par Perrin, lequel propose une méthodologie générale d'homogénéisation afin de déterminer les équations constitutives d'un élastomère poreux.

Enfin, Grandidier et Lainé démontrent la capacité des algorithmes génétiques à déterminer par optimisation automatique les paramètres d'une loi de comportement viscoplastique issue de la littérature, en vue d'une utilisation adaptée à l'échelle de temps industrielle.

Laurent Cangémi

*Chef du département Mécanique des Solides
Direction Mécanique Appliquée - IFP*

Editorial

Polymer materials were originally developed for certain needs of the packaging industry or the automobile industry as non-functional items from a mechanical point of view (with the exception of pneumatics). However, thanks to their barrier property and the absence of corrosion, the use of these materials developed rapidly towards more integrated applications such as for example pipe systems for transporting town gas through distribution networks. At the same time, composite materials with an organic matrix have proven their value in the nautical and aeronautical industry to improve the performance of structures thanks to their lightness. In general terms, polymers are now being increasingly used in parts with ever stricter specifications with regard to mechanical performance and durability.

As for the oil industry, the example of air and watertightness sheaths in flexible pipes for offshore oil production is certainly the most representative of the harshness of the environmental conditions for certain types of semi-crystalline grades of polymer: pressures of up to 80 MPa, temperatures between 40°C and 130°C, exploitation fluids and aggressive production fluids...

A great deal of research and development has been carried out by material manufacturers to improve the mechanical properties of the polymer families proposed. However, obtaining a high module grade or a high level of elasticity is not enough, and the effective incorporation of polymers for certain industrial items requires ever greater understanding of the physical deformation and rupture mechanisms as well as robust predictive tools with regard to structural analysis. It is to this end that some players in the scientific community have been meeting for around twenty years in numerous work groups. In order to fulfil the need to bring together chemists and solids mechanics, the DEPOS (Deformation of Solid Polymers), a French-speaking meeting set up in the 1980s, meets each year. In this dossier, we provide a series of non-exhaustive articles from the DEPOS19 meeting that was organised in Poitiers in 2004.

The first article by Addiego *et al.* is on the experimental characterisation of volume variation processes of high density polyethylene that undergoes creep and traction stress. This work is part of a line of research that was pursued early on by DEPOS, in particular by the team of Christian G'Sell, Jean-Louis Gacougnolle and also by the IFP.

Then, one of the important aspects of DEPOS concerning the relationship between structure and molecular movement and macroscopic properties in terms of plasticity and fracture is dealt with by Boughalmi *et al.* and Cazenave *et al.*

The development of constitutive laws of the viscous and highly non-linear mechanical behaviour of polymers is also an important aspect from an industrial point of view in terms of structure. This issue is covered in an increasing number of publications at this event. In this dossier can be found a contribution from Hizoum *et al.* on the ability of certain models to reproduce the non-linear effects of load rate and the particularities in the behaviour of polymers during discharge.

Polymers in an industrial context are generally subject to different types of strain and interact strongly with their immediate environment. For several years problems have started to emerge that involve various physical phenomena in a more or less coupled manner. The articles by Baudet *et al.* and Valançon *et al.* are involved in this issue.

Breaking is also dealt with by Saad *et al.* using the cohesive zone approach for amorphous polymers and by Perrin, who puts forward a general homogenisation method in order to determine the constitutive equations of porous elastomers.

Finally, Grandidier and Lainé show the capacity of genetic algorithms to ascertain by automatic optimisation the parameters of viscoplastic behavioural laws from publications with a view to usage suited for an industrial time scale.

Laurent Cangémi

*Chef du département Mécanique des Solides
Direction Mécanique Appliquée - IFP*