

## Prix GFP Champetier 2025



François Lequeux est Directeur de Recherche au laboratoire Sciences et Ingénierie de la Matière Molle ( SIMM UMR7615). Physicien, agrégé et ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure de Paris, il commence sa carrière en effectuant au laboratoire de Physique des Solides d'Orsay une thèse sur les propriétés mécaniques des cristaux liquides cholestériques sous la direction de Maurice Kléman en 1987. Recruté au CNRS en 1988 à Orsay, il part dès 1989 à Strasbourg pour travailler à l'Ecole Appliquée des Hauts Polymères ( EAHP) avec Jean Francois Palierne. Puis il s'installe au Laboratoire de Dynamique des Fluides Complexes dirigé par Sauveur Candau avec qui il travaillera sur les propriétés rhéologiques des micelles géantes, qui sont des polymères vivants.

Par ailleurs il commencera à travailler sur la transition vitreuse dans les verres colloïdaux, recherche qui le conduira naturellement à l'étude des propriétés mécaniques des polymères autour de leur transition vitreuse. En 1998 il part pour l'Ecole Supérieure de Physique et Chimie dans le laboratoire de Françoise Lafuma. Dès son arrivée, il commence à travailler avec Hélène Montes, et en collaboration avec Didier Long, sur les élastomères renforcés et la mécanique des polymères près de la transition vitreuse. Il mènera cette recherche avec des partenaires industriels (Solvay, Hutchinson, Michelin). En 2005 il prend la direction de l'UMR 7615 qui devient le SIMM, regroupant les activités des laboratoires de L. Monnerie et de F. Lafuma. Puis en 2009 il prendra la direction scientifique de l'ESPCI. Après son mandat, en 2015, il fondera le laboratoire commun Physico-Chimie des Interfaces (PIC) avec TotalEnergies, dont il sera le directeur-adjoint jusqu'en 2025. Il a été également directeur adjoint du GFP pendant deux ans.

Sa recherche porte sur deux aspects : 1) l'hydrodynamique des films minces et la coalescence (avec ou sans tensioactifs) et 2) sur les propriétés mécaniques des polymères amorphes près de la transition vitreuse et des nanocomposites qui sont récompensées par le prix Champetier 2025 du GFP. Il est auteur de 200 articles, dont un tiers concerne la physique des polymères. Ses principales découvertes sont les suivantes :

### 1) Les élastomères renforcés par des nanoparticules solides

Avec Hélène Montes, il a été le premier à mettre en évidence expérimentalement l'existence d'une couche vitreuse autour des particules solides dans les nanocomposites élastomères/ particules minérales. Cette couche dont il a développé les bases théoriques avec Didier Long, permet d'expliquer de nombreuses propriétés mécaniques des pneus de voiture et autres élastomères chargés. Il a montré en particulier, en combinant des études par RMN, diffusion de Neutrons, et mesures mécaniques sur des séries de systèmes modèles que l'épaisseur de cette couche vitreuse son épaisseur varie avec l'écart de température à la transition vitreuse. Il a aussi montré que l'existence de cette couche induisait l'existence de ponts vitreux entre nanoparticules voisines. Ces ponts vitreux sont portent la contrainte dans ces systèmes et sont responsables des dissipations mécaniques non-linéarités (appelées Effet Payne) qui sont responsable d'un tiers de la dissipation énergétique des voitures. Ces effets sont universels dans les systèmes élastomères/nano-particules qui constituent la majeure partie des polymères mous (joints, semelles de chaussures, tétines de biberons etc...). Avec ses collaborateurs et la société

Hutchinson, il a mis en évidence une superposition pression-température d'une grande amplitude (100 fois supérieures à celles observées dans les polymères seuls). Le modèle théorique qu'il a développé permet de prévoir quantitativement cette propriété originale.

**2) La mécanique des polymères amorphes près de la transition vitreuse**

Plus récemment et toujours avec Hélène Montes, il s'est intéressé aux propriétés mécaniques non-linéaires des polymères vitreux au voisinage de leur transition vitreuse. Didier Long avait suggéré théoriquement que le modèle d'Eyring, que l'on trouve classiquement dans les manuels de polymères, n'était pas valable et avait proposé une autre loi. Grâce à des mesures de mécaniques non-linéaires délicates près de la transition vitreuse, il a mis en évidence qu'effectivement, la dynamique de relaxation mécanique ne variait pas comme l'exponentiel de la contrainte, mais plutôt comme l'exponentielle de la contrainte au carré, comme prévu théoriquement. Il a aussi mis en évidence que cette loi locale d'accélération mécanique n'est pas celle observée à l'échelle macroscopique, car le changement d'échelle dans les polymères amorphes sont assez complexes à cause des hétérogénéités dynamiques propres aux polymères vitreux.

**3) Le séchage des solutions de polymères**

Avec Laurence Talini, il travaille aujourd'hui sur le séchage des solutions de polymères, à la formation de défaut des surfaces créées par une déposition de film liquide de solution, et à l'apparition de peaux qui peuvent être un sous forme de gel assez épaisse et /ou un couche vitreuse. Il montre notamment que les couches vitreuses sont nanométriques, et difficiles à détecter, mais que leur présence a des conséquences pratiques importantes.