

À l'interface entre la recherche académique et l'industrie – Emmanuelle Guillard : « Je bénéficie du meilleur des deux mondes ! »

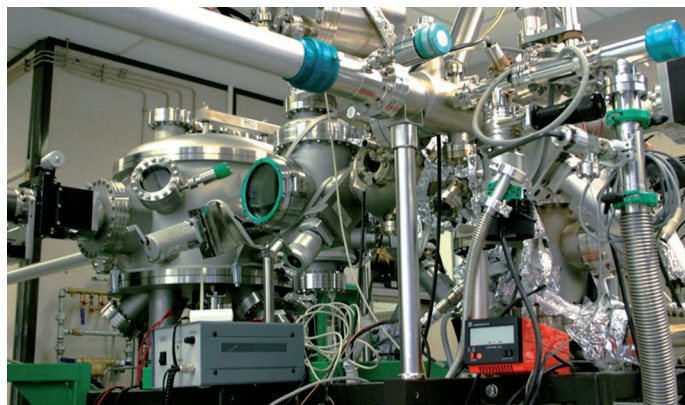
Six ans après avoir obtenu le prix Jeune chercheur Daniel Guinier de la SFP pour ses travaux de thèse sur les mélangeurs chaotiques de fluides visqueux, Emmanuelle Guillard dirige depuis début 2014 l'Unité Mixte de Recherche 125 CNRS/Saint-Gobain, « Surface du verre et interfaces » (UMR SVI). À Aubervilliers, au cœur du plus gros centre de recherche de Saint-Gobain, l'UMR, spécialisée dans l'étude de la surface du verre et de son élaboration, joue le rôle original de passerelle entre recherche académique et appliquée.

Emmanuelle Guillard n'échangerait sa place pour rien au monde. Pour cette jeune chercheuse de Saint-Gobain, pouvoir prendre le temps d'aller au fond des choses en côtoyant de près les problématiques quotidiennes de l'industrie est une situation extrêmement enrichissante.

Avec une équipe de vingt personnes dont six chercheurs Saint-Gobain et deux CNRS, l'UMR SVI est physiquement intégrée au centre et constitue un des nombreux départements de Saint-Gobain Recherche (SGR). Le petit laboratoire de recherche fondamentale dispose d'outils dédiés aux expérimentations. Un bâti de pulvérisation sous vide (fig. 1) permet, par exemple, de déposer des couches d'épaisseur nanométrique. D'autres outils sont à la disposition des chercheurs et doctorants : tests mécaniques pour mesurer l'adhésion des couches, microscope à force atomique, platine chauffante, fours à haute température, tomographe, etc.

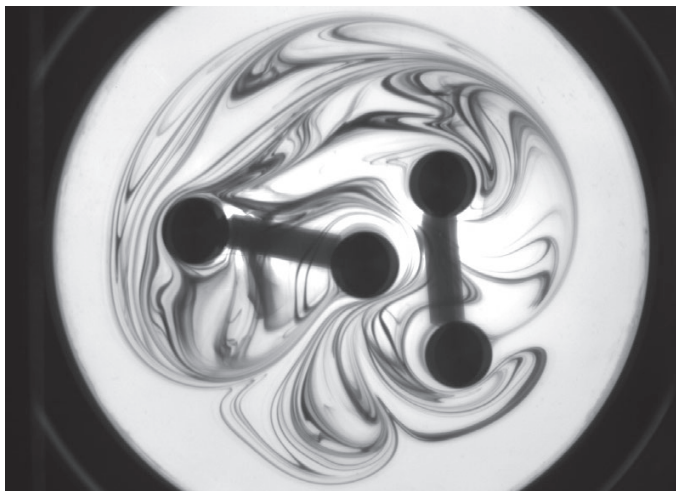
Par ailleurs, neuf thèses CIFRE, financées par Saint-Gobain et réalisées pour la plupart en association avec d'autres laboratoires, sont encadrées par les chercheurs de l'UMR SVI. Actuellement, un doctorant s'attache aux problématiques des couches minces en partenariat avec le Laboratoire de Photonique et de Nanostructures de Marcoussis. Une autre thèse est réalisée avec le laboratoire Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes (PMMH) de l'ESPCI : le PMMH apporte l'aspect polymères et mécanique des fluides, quand l'UMR SVI s'intéresse à la texturation. Grâce à ces collaborations, le doctorant bénéficie d'un environnement riche et l'UMR élargit son champ d'interactions avec la recherche fondamentale.

Le premier axe de recherche du laboratoire concerne l'étude de la surface du verre et sa fonctionnalisation par des couches minces qui, déposées sur le verre, permettent d'en modifier les propriétés. Cette activité correspond à beaucoup de produits de Saint-Gobain, comme le vitrage pour la protection solaire ou le contrôle thermique. Grâce au bâti de pulvérisation (fig. 1), les chercheurs étudient les mécanismes physiques de dépôt des couches et les propriétés de celles-ci.



1. Le bâti de dépôt Misstic. À l'image des *coaters* industriels utilisés pour déposer des empilements de couches minces à la surface du verre, le bâti de dépôt Misstic utilise le procédé magnétron (pulvérisation cathodique). Plusieurs matériaux, dont l'épaisseur est gérée par un automate, peuvent être déposés ensemble ou les uns après les autres dans le bâti. Misstic permet également de réaliser *in situ* des mesures de structure des couches (morphologie, contraintes) pendant le dépôt.

Le deuxième axe de recherche se focalise sur la physique et la physico-chimie des procédés. La partie mélange dans les fluides (fig. 2) constitue la suite logique de la thèse d'E. Guillard. Elle est actuellement menée par une postdoctorante en collaboration avec Pierre Jop, un des deux chercheurs CNRS de l'UMR. Une autre activité de cet axe se concentre sur l'élaboration du verre. Physicienne à l'origine, E. Guillard a donc ajouté une corde à son arc en découvrant la chimie du verre : « Je travaillais sur des expériences de mélanges, des systèmes dynamiques appliqués à la mécanique des fluides ; maintenant, je me passionne pour la chimie du verre et la tomographie (fig. 3), une technique d'imagerie qui permet de reconstruire en 3D la structure interne d'un objet à partir d'une série de mesures effectuées par tranches depuis l'extérieur de cet objet : la variété me plaît ! » Aujourd'hui, cette branche d'activité donne lieu à de nombreuses recherches dans le but d'améliorer les procédés d'élaboration du verre sur le long terme. Ainsi, le laboratoire étudie le rôle de la granulométrie des matières premières (fig. 3), les mécanismes de diffusion dans le verre fondu, ou encore les interactions complexes entre des bulles de gaz et le verre liquide, en vue de mieux maîtriser les schémas réactionnels.



2. Mélange de fluides de rhéologie complexe. Les travaux actuels sur le mélange visent à comprendre son évolution en fonction des paramètres du mélangeur et du fluide, afin de permettre le choix du mélangeur optimal. On utilise ici le Carbopol, un fluide à seuil modèle – fluide qui ne s'écoule que quand on impose une certaine contrainte – teinté pour moitié de noir et pour l'autre de blanc, ce qui permet de bien observer le mélange. Des agitateurs tournent autour d'un axe perpendiculaire à la surface du mélange. L'évolution du mélange est ainsi visible à chaque fois que les tiges reviennent à la même position.

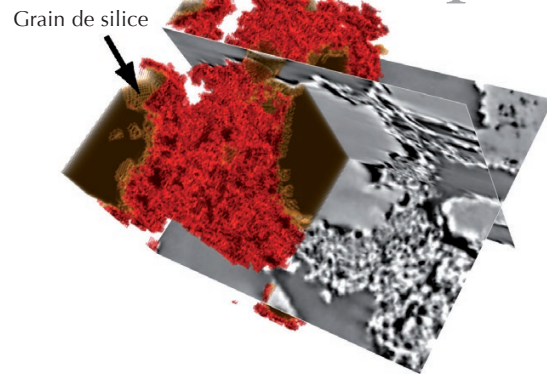
La politique scientifique de l'UMR SVI a ceci d'original qu'elle formule des problématiques, inspirées par un ensemble de questions industrielles nécessitant des réponses à court terme, mais qui vont être étudiées de façon académique : « On ne va pas traiter la question industrielle brûlante, mais préparer le long terme en donnant un éclairage nouveau sur les problématiques. » Ainsi, la connaissance fondamentale peut inspirer les ingénieurs de Saint-Gobain Recherche. E. Gouillart décrit cette situation particulière comme un des points forts du laboratoire : « Les nouveaux sujets de recherche à lancer doivent nous permettre à la fois de travailler à l'état de l'art de la recherche académique et d'être pertinents pour la recherche appliquée : cette réflexion, pleine de défis, est passionnante. » E. Gouillart explique avec limpidité que la recherche fondamentale effectuée sur des systèmes simplifiés est une composante essentielle de la compréhension précise des phénomènes industriels.

En parallèle, les connaissances fondamentales apportées par l'UMR SVI s'insèrent naturellement dans le paysage de la recherche française. Le laboratoire multiplie les interactions avec d'autres organismes de recherche et participe par exemple à plusieurs GDRs. Ainsi, pour E. Gouillart, les deux facettes, industrielle et fondamentale, représentent toute l'originalité et la force du laboratoire : « Certaines des techniques d'instrumentation et d'élaboration des matériaux sont inhabituelles, car elles ont une spécificité induite par les procédés industriels. »

À SGR, les problématiques industrielles changent rapidement au cours du temps : ce foisonnement de questions, de problèmes qui se renouvellent sans cesse engendre la nécessité d'une communication accrue entre les deux mondes. La localisation de l'UMR SVI au cœur de SGR favorise une culture commune de recherche avec les autres départements et permet l'émergence de questions originales. E. Gouillart estime que « les contacts informels, par exemple autour d'un café, sont un des moyens les plus efficaces pour suivre le travail quotidien, les questions scientifiques ou les points bloquants de nos collègues de SGR. »

Des interactions plus organisées se nouent autour des thèses. Ces projets sont structurés à l'échelle de trois ans et bénéficient

Reportage



3. La tomographie aux rayons X permet de visualiser l'intérieur du matériau : sur l'image, un grain de silice (en marron) réagit avec un grain de carbonate de sodium (en rouge) qui s'est fortement déformé à la suite des réactions. La taille du grain de silice est d'environ 180 microns. Lors des expériences au synchrotron de l'ESRF, sur la ligne ID19, le matériau est imagé à mesure que les réactions avancent. L'image présentée ici a été prise à 800°C, au cours de la réaction.

Par ailleurs, un tomographe de laboratoire permet des expériences de fusion arrêtées : les échantillons sont alors imagés dans un état intermédiaire de transformation.

de mises au point semestrielles : « Le comité de suivi d'une thèse CIFRE comporte des membres de SVI, mais aussi d'autres départements de SGR. Le travail de recherche a souvent des résonances avec d'autres études menées à plus court terme par les ingénieurs de SGR. » À l'issue de leurs thèses, il est fréquent que les doctorants intègrent un des départements de Saint-Gobain Recherche. Pour E. Gouillart, cette continuité constitue un point très positif pour le fonctionnement du laboratoire : « Les doctorants embauchés par SGR participent au lien efficace entre l'UMR et les autres départements. »

Par ailleurs, l'accès à des matériaux variés (couches minces, gypse, verre sous toutes ses formes, vitrocéramiques, abrasifs, fibres de verre), la diversité des approches et des compétences (mécanique des fluides, chimie, thermodynamique, thermique) et le partage de l'équipement avec SGR permettent la mise en place de manipulations originales. Outre l'accès à la microscopie électronique ou à la tomographie (fig. 3), des dispositifs adaptés ont été développés très spécifiquement pour Saint-Gobain Recherche. Les fours munis de fenêtres permettant de suivre l'évolution des transformations du verre en sont un exemple.

Pour E. Gouillart, c'est là toute la richesse de la présence de l'UMR SVI au cœur de Saint-Gobain Recherche : « Je peux satisfaire ma curiosité intellectuelle et construire des connaissances fondamentales, tout en bénéficiant de l'inspiration originale et du dynamisme bouillonnant du centre de recherche : pour moi, située entre la recherche académique et la recherche appliquée, je bénéficie du meilleur des deux mondes ! » ■

Alexandra Pihen, journaliste scientifique

► Contact

Emmanuelle.Gouillart@saint-gobain.com

UMR SVI, Saint-Gobain Recherche

39, quai Lucien Lefranc, B.P. 135, 93303 Aubervilliers Cedex

Tél. : (33)1 48 39 58 00 – Fax : (33)1 48 34 74 36

www.svi.cnrs-belleuve.fr/spip/