

# BABEL EN VERRE

L'Université Fédérale de São Carlos attire des étrangers pour la recherche en ingénierie des matériaux

FABRÍCIO MARQUES

Publié en décembre 2010

**C**oordonné par le professeur d'ingénierie des matériaux Edgar Dutra Zanotto, le réseau de collaborateurs en dehors du Laboratoire de Matériaux Vitreux (LaMaV) de l'Université Fédérale de São Carlos (UFSCar) réunit des chercheurs de France, d'Espagne, du Portugal, d'Allemagne, de Bulgarie, de République Tchèque, du Royaume-Uni, des États-Unis, de Russie, de Colombie et d'Argentine. L'insertion internationale a pour fondement la production scientifique et technologique du laboratoire réalisée tout au long de ses 34 années d'existence. D'après la base de données Scopus, il s'agit de l'un des cinq groupes les plus productifs au monde en matière de nucléation et de cristallisation de verres, qui travaille étroitement avec le secteur privé pour le développement de produits.

C'est la raison pour laquelle le LaMaV compte actuellement des chercheurs de cinq nationalités différentes parmi les professeurs visitants et les étudiants. Âgé de 56 ans et originaire de Botucatu (état de São Paulo), Zanotto a créé le centre de recherche en 1977, alors qu'il préparait un master à l'Institut de Physique de l'Université de São Paulo (USP) à São Carlos. Il observe que « beaucoup de doctorants, post-doctorants et professeurs visitants de renom posent leur candidature pour un stage au LaMaV, et plusieurs ont déjà travaillé avec nous. Cet échange continu est important parce que la science est universelle ». Aujourd'hui, Zanotto partage la coordination du laboratoire avec deux collègues, Ana Cândida Martins Rodrigues et Oscar Peitl Filho.



Le Français Jean-Louis Souquet est l'un des professeurs visitants du laboratoire, invité grâce au soutien de la FAPESP. Professeur retraité de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, Souquet entretient une collaboration déjà ancienne avec Ana Cândida Rodrigues, lorsque cette dernière suivait un doctorat à l'École Nationale d'Électrochimie et Électrometallurgie de Grenoble. Quand il est parti à la retraite, Souquet a fait don au LaMaV d'un four de fusion de verres de son laboratoire, qui utilisait une technologie non disponible au Brésil. « Le four est toujours là, il fonctionne jusqu'à aujourd'hui », indique Zanotto. Souquet est venu au LaMaV en 2007 et 2009. De retour au laboratoire brésilien depuis août dernier, il est désormais engagé dans le projet de recherche *Mécanismes de transport électrique dans des verres et vitrocéramiques*, coordonné par Ana C. Rodrigues. Aujourd'hui, le montant de l'aide financière s'élève à 8 536,50 réaux par mois pour des chercheurs visitants dotés d'une qualification équivalente à celle d'un professeur titulaire des universités d'état de São Paulo.

**Collaboration durable** - Chercheur du *Vavilov State Optical Institute* de Saint-Petersbourg, le Russe Vladimir Mikhailovich Fokin est arrivé en janvier 2011 également grâce au soutien de la FAPESP. Fokin est déjà un ancien collaborateur du LaMaV : il vient pour la sixième fois passer un séjour au laboratoire – le premier a eu lieu en 1998. Zanotto souligne : « Nous avons près de 30 travaux publiés



en commun. Il est l'un des chercheurs les plus qualifiés et les plus prolifiques de notre domaine. Si vous tapez les termes « nucléation » ou « croissance cristalline dans des verres » sur la base de données Scopus, vous verrez qu'il est l'un des cinq chercheurs les plus productifs du monde. [...] Fokin aime beaucoup le Brésil et venir travailler à São Paulo parce que nous disposons d'un parc d'équipements moderne et actualisé. En plus de notre laboratoire et de plusieurs autres de l'UFSCar, il a aussi accès à des équipements d'autres universités (USP, Unicamp, Unesp) et à ceux du Laboratoire Síncrotron. [...] Les conditions de recherche au Brésil sont meilleures que celles de Russie, de telle sorte que nous sommes très compétitifs pour le faire venir ». Vladimir Fokin salue le dynamisme de la recherche brésilienne, non marquée par la rigidité de plusieurs institutions traditionnelles européennes qu'il connaît : « Je suis impressionné par l'enthousiasme et la volonté des étudiants brésiliens d'apprendre et de faire le plus de choses possibles. Un des aspects les plus attrayants de ma recherche au LaMaV est l'immense opportunité d'établir des contacts et des collaborations avec des jeunes chercheurs et des étudiants ». De son point de vue, ses venues au Brésil l'ont aidé à implanter ses idées scientifiques : « Et ce n'est pas seulement dû aux conditions techniques excellentes pour effectuer des expérimentations, mais aussi à l'ambiance productive et amicale qui règne dans le laboratoire ».

Le plus nouveau collaborateur du LaMaV est l'Israélien Itay Dyamant, arrivé le 1er novembre dernier pour suivre un post-doctorat financé par la FAPESP. Docteur en ingénierie chimique de l'Université Ben Gurion de Negev, Dyamant avait envoyé une lettre à Zanotto pour solliciter une bourse de post-doctorat. « J'avoue que je ne lui ai même pas répondu. Beaucoup de jeunes chercheurs envoient des lettres dans plusieurs endroits. On fait des efforts pour les faire venir et ils finissent par accepter l'offre d'un laboratoire nord-américain », souligne Zanotto. Mais le destinataire de l'une de ces lettres, le professeur Kenneth Kelton de la Washington University de Saint-Louis, a suggéré à Dyamant d'insister auprès de Zanotto dans la

mesure où ses intérêts de recherche cadraient parfaitement avec le laboratoire de l'UFSCar. Zanotto lui a lors dit qu'il était prêt à soumettre un projet à la FAPESP à la seule condition qu'il garantisse sa venue : « Il a payé de sa poche un billet d'avion et l'hôtel et il est venu passer une semaine à São Carlos avec sa femme. Il a aimé, et alors on a soumis le projet à la FAPESP ». Actuellement, la bourse octroyée par la FAPESP pour les post-doctorats au Brésil est de 5 028,90 réaux.

L'étudiant colombien José Luis Narvaez Semanate, diplômé de l'Université de Cauca, est à l'UFSCar depuis 2007. Il a été indiqué par un professeur ayant suivi des études au Brésil, mais il est venu de lui-même à São Carlos pour passer les examens et n'a obtenu une bourse de la Coordination pour le Perfectionnement du Personnel de l'Enseignement Supérieur (Capes) qu'après avoir été reçu. « J'ai suivi un semestre en tant qu'auditeur libre avant de commencer le master », se souvient-il. Après avoir achevé son master en 2009 avec une bourse de la Capes, il suit désormais un doctorat financé par une bourse du Conseil National de Développement Scientifique (CNPq) et sous la direction d'Ana C. Rodrigues. D'après lui, « il serait pratiquement impossible de suivre un 3e cycle en Colombie, parce qu'il n'y a pas de bourses. Le Brésil offre de nombreuses opportunités et le LaMaV est un des meilleurs laboratoires au monde en matière de verres. Son infrastructure excellente et son personnel technique permettent de travailler en toute tranquillité ». Sema-



Edgar Zanotto :  
recherche ciblée

nate envisage en principe de rentrer en Colombie après le doctorat pour y travailler en tant que chercheur, néanmoins il fera en sorte de « maintenir le lien avec le LaMaV ».

**Grenier de connaissances** - Enfin, l'étudiant danois Jonas Kjeldsen est venu passer six mois à São Carlos pour obtenir le master en ingénierie chimique. Bénéficiaire d'une bourse du gouvernement danois, il a eu vent du groupe de São Carlos par l'intermédiaire d'un professeur allemand travaillant dans son université au Danemark, Ralf Keding. Kjeldsen explique que ce professeur « avait passé deux ans à São Carlos au début de sa carrière



**Le groupe se  
consacre au même  
domaine depuis  
34 ans, avec des  
avancées en termes  
de recherche  
de base et  
d'applications  
technologiques**

et connaissait le lieu et les personnes. J'ai eu la sensation que l'université était très sérieuse, et après quelques temps ici j'ai vu que c'était réellement le cas. Le LaMaV est un immense grenier de connaissances, et je suis très content d'en faire partie ». La démarche est à double sens. Actuellement, deux étudiants de 2e cycle du LaMaV effectuent un stage en Allemagne, et à partir de 2011 un doctorant passera un temps aux États-Unis et un post-doctorant au Portugal et en Espagne.

Pour Zanotto, la consistance de son groupe est liée au fait qu'il se consacre au même domaine depuis 34 ans : « Nous avons un point central, qui sont les verres, en particulier les processus de nucléation et de cristallisation, et un solide savoir-faire sur le sujet, qui nous place parmi les principaux groupes mondiaux de ce domaine. Nous ne fonctionnons pas comme nombre de groupes compétents, qui changent de thème de recherche tous les deux ou trois ans : ils passent de la ténacité des céramiques aux superconducteurs, puis aux films fins, à la nanotechnologie et ensuite au graphène... et ils finissent par ne pas approfondir et à ne s'imposer dans aucun des sujets ». Zanotto estime que la formation de son réseau international est née des contacts établis lors de ses séjours à l'étranger. Il a suivi un doctorat à l'Université britannique de Sheffield au début des années 1980,

et des stages de recherche à l'Université américaine d'Arizona (1987), à l'École Internationale d'Études Avancées en Sciences de Polymères de l'Université italienne de Ferrera (1993) et à l'Université américaine de Floride (2005). « Par la suite se sont ajoutés les contacts internationaux établis pendant les congrès ainsi que ceux de mes confrères et des étudiants », conclue-t-il.

Le LaMaV est responsable de diverses contributions importantes dans les domaines de la recherche de base – nucléation, croissance cristalline dans des verres et propriétés physico-chimiques de verres – et de la recherche appliquée en vitrocéramiques notamment. À titre d'exemple pour la recherche de base, deux articles publiés par Zanotto en 1998 et 1999 dans *American Journal of Physics* (le premier d'entre eux commenté dans la revue *Science*). Il y démonte le mythe selon lequel les églises médiévales comme Notre-Dame, qui possèdent des vitraux plus épais à la base qu'au sommet, sont la preuve que le verre peut diminuer d'intensité dans la température ambiante. Il ne remet pas en question le fait que le verre est un liquide visqueux, mais montre que pour perdre de sa consistance au point d'atteindre l'épaisseur observée dans les églises, il lui faudrait des millions et des millions d'années. À partir de l'analyse de la composition de 350 vitraux médiévaux, il en est arrivé à la conclusion

que les différences d'épaisseur résultaient en fait de défauts de fabrication du verre.

Dans le champ de la recherche appliquée, le laboratoire a contribué de manière significative au développement de vitrocéramiques, un matériel polycristallin sophistiqué qui vient du verre et peut être employé dans la fabrication d'os et de dents artificiels, de substrats de disques durs d'ordinateurs portables, de miroirs de télescopes géants, de sols de luxe, de casseroles transparentes résistantes au choc thermique et de plaques de cuisson électriques modernes à la place des traditionnels brûleurs à gaz (voir Pesquisa FAPESP n° 76).

**Industries** - Le LaMaV maintient également une étroite coopération avec les industries. Une vingtaine de projets de recherche et développement ont été réalisés au cours des vingt dernières années en collaboration avec plus de 40 entreprises. Parmi elles, Pirelli, Usiminas, Companhia Baiana de Pesquisas Minerais (CBPM), Alcoa, Nadir Figueiredo, Saint-Gobain (France) et Optigrate (USA). Sa plus récente recherche dans le monde de l'entreprise concerne le biosilicate, un matériau bioactif capable de se lier à l'émail dentaire et de prévenir l'hypersensibilité de la dentine (voir Pesquisa FAPESP n° 158). Cette recherche a donné lieu à la création d'une entreprise à São Carlos.

La reconnaissance internationale de la recherche menée au laboratoire a conduit Publishing Co. à inviter Zanotto pour diriger le *Journal of Non-Crystalline Solids (JNCS)*, principale publication sur les études en matériaux vitreux et amorphes. Zanotto est à la tête de la revue depuis octobre dernier, aux côtés de B. G. Potter, de l'Université de l'Arizona et de J. W. Zwanziger, de la Dalhousie University. C'est la première fois qu'un étranger assume cette fonction ; au cours des 50 dernières années, les 5 éditeurs précédents étaient tous nord-américains. D'après Zanotto, sa nomination reflète la réputation du LaMaV, qui « est au même niveau d'égalité que les laboratoires spécialisés les plus connus dans ce domaine. Espérons que cela contribuera à attirer davantage de financements et de bons étudiants et collaborateurs brésiliens et étrangers ».