



© CNRS Photographie - Jean-François Dars.

MATHÉMATIQUES, PHYSIQUE, PLANÈTE ET UNIVERS (MPPU)
LABORATOIRE DES COLLOÏDES, VERRES ET NANOMATÉRIAUX
CNRS / UNIVERSITÉ MONTPELLIER 2
MONTPELLIER
<http://www.lcvn.univ-montp2.fr/>
<http://w3.lcvn.univ-montp2.fr/~berthier/>

Le verre, cet inconnu : la description du verre, ce matériau si courant, continue de résister aux théoriciens. Mais les travaux récents de Ludovic

Berthier, jeune physicien de 34 ans, laissent entrevoir des pistes fécondes.

Entre 1998 et 2001, il prépare sa thèse sous la direction de Jean-Louis Barrat et Jorge Kurchan, une étude fondamentale d'un phénomène simple : « Quand on mélange de l'huile et du vinaigre par exemple, ils vont petit à petit se séparer l'un de l'autre. » Ce processus ne se déroule pas « à l'équilibre », c'est-à-dire que les quantités thermodynamiques de base, comme la température, ne peuvent pas être définies. Le travail de Ludovic Berthier a consisté entre autres à élaborer malgré tout des définitions rigoureuses de ces quantités, dans le cadre d'un théorème dit de « fluctuation-dissipation ».

Dans une seconde phase de sa thèse, il aborde les fluides complexes, ces matériaux comme le ketchup par exemple, qui sont comme solidifiés à l'arrêt, mais coulent lorsqu'on secoue la bouteille. Il montre que ces

fluides ont de grandes similarités avec les verres, notamment parce que leurs molécules mettent un temps très long à se réarranger pour atteindre un équilibre. Dès lors, il commence à s'intéresser aux verres.

Comme un liquide, un verre est un ensemble désordonné de molécules, sauf que celles-ci ne bougent pas ou très lentement. « C'est l'énigme de fond dans notre domaine : pourquoi le verre ne coule-t-il pas ? Comment expliquer ce comportement à l'échelle moléculaire ? » À partir de 2001, il va travailler pendant près de trois ans à Oxford, avec Juan Garrahan. Il y aborde la physique des verres en étudiant une famille de modèles théoriques un peu abstraits. L'un d'eux exploite une idée formulée dans les années 1950 : « Pour que quelque chose coule, il faut libérer des espaces entre les molécules, donc il faut une sorte de coopérativité entre elles. Dans le cas des verres, le nombre de molécules qui doivent coopérer est grand, ce qui est très improbable. »

Jusque-là, la vérification de cette idée paraissait hors de portée, car on pensait qu'il fallait calculer ou mesurer les mouvements individuels des molécules. Mais avec quelques collègues, Ludovic Berthier comprend qu'il existe des moyens expérimentaux de la mettre en évidence. Cela aboutira en 2005 à un article remarqué dans la revue *Science*. « J'aime beaucoup travailler comme cela : d'abord étudier en profondeur des modèles simples, qui semblent éloignés de la réalité, puis essayer de voir ce qu'on peut en tirer pour des systèmes plus réalistes : je n'oublie pas que dans mon laboratoire, mes collègues sont essentiellement des expérimentateurs. »

« C'EST L'ÉNIGME DE FOND DANS NOTRE DOMAINE : POURQUOI LE VERRE NE COULE-T-IL PAS ? »

Au cours de sa carrière, il s'est également intéressé à la dynamique des mousses à raser, des gels, des matériaux granulaires. Récemment, il est parti avec toute sa famille à Chicago pour six mois.

« Un environnement de travail fabuleux, très fructueux scientifiquement. J'ai découvert des modèles qui pourraient expliquer la "fragilité" des verres, un phénomène bien connu des souffleurs de verre : pourquoi certains verres se solidifient lentement en refroidissant – ce qui permet de les manipuler et de les mettre en forme – alors que d'autres non. »