

# ÉLISABETH CHARLAIX

## DES GOUTTES DANS LA MACHINE

**Sa voix douce et sa modestie ne l'annoncent pas forcément, mais Élisabeth Charlaix n'a pas froid aux yeux.** Pour étudier au mieux le sujet qui la passionne, les interactions des liquides avec les surfaces, cette physicienne de 50 ans n'a pas hésité à construire pendant six ans un instrument que ne maîtrisent que quelques laboratoires dans le monde.

Elle effectue sa thèse à l'ESPCI<sup>1</sup> à Paris, sous la direction d'Étienne Guyon, « un homme foisonnant, toujours plein d'idées nouvelles ». Avec lui, elle utilise des modèles de physique statistique pour étudier les milieux poreux. Après sa soutenance en 1987, elle fait un postdoc dans le New Jersey, dans le laboratoire de recherche d'Exxon, la grande firme pétrolière. « La recherche du pétrole se fait le plus souvent en mesurant la conductivité du sol avec une sonde. Des collègues théoriciens avaient imaginé utiliser ce dispositif pour déterminer la perméabilité du sous-sol : j'ai été chargée de faire l'expérience. Bizarrement, cela nous a valu un article du *Wall Street Journal*. »

**Le séjour se révèle très enrichissant,** mais l'ambiance très masculine, « parfois un peu rude », finit par lui peser. Elle rencontre alors Jean-Pierre Hansen, en train de monter le laboratoire de physique de l'ENS Lyon, qui la recrute en 1989. « Il n'avait pas d'idées préconçues sur nos recherches, il nous a laissés très libres. Pour moi, ce n'est pas un hasard si, sur la quinzaine de chercheurs qui étaient là, six ont reçu la médaille d'argent. »

### LE SUJET QUI LA PASSIONNE : LES INTERACTIONS DES LIQUIDES AVEC LES SURFACES.

L'autre rencontre déterminante est celle de Jean-François Joanny ; il travaille sur un sujet qui l'avait intéressée à Exxon, le mouillage : la forme et le déplacement des gouttes posées sur des surfaces, très dépendants des rugosités microscopiques qui s'y trouvent. Il lui conseille d'aller voir une équipe de l'École centrale de Lyon, l'une des premières dans le monde à avoir construit une machine à force de surface. Avec ces appareils, on peut mesurer la force qui s'exerce entre deux surfaces en contrôlant leur écartement à l'angström<sup>2</sup> près. Celle de Lyon pouvait même imposer de minuscules oscillations aux surfaces.

**Elle décide d'utiliser la machine pour étudier un sujet proche du mouillage, les gouttes prises entre deux surfaces : les ponts liquides.** Ils se créent spontanément s'il y a un peu d'humidité dans l'air. Malgré leur petite taille, la force capillaire qu'ils exercent sur les surfaces

est très grande. « Au début, nous étions plusieurs équipes, nous nous succédions aux commandes de la machine de l'École centrale. Mais très vite, j'ai eu envie d'en construire une au laboratoire. En 1996, un peu inconsciente, je m'y suis lancée sans avoir vraiment fait de planification de projet, avec juste un étudiant et un collaborateur. »

### ELLE N'A PAS HÉSITÉ À CONSTRUIRE PENDANT SIX ANS UN INSTRUMENT QUE NE MAÎTRISENT QUE QUELQUES LABORATOIRES DANS LE MONDE.

Malgré la lourdeur de la tâche, elle parvient quand même à faire de la physique. « Quand on coupe en deux un tas de farine, elle semble rester solide. En effet, des ponts liquides se créent spontanément entre ses grains, qui lui donnent de la cohésion. Mais en fait, l'apparition des ponts n'est pas immédiate, car il y a une barrière d'énergie qui est plus ou moins longue à franchir. Mon étudiant Jérôme Crassous a eu l'idée que cela devait pouvoir se voir à notre échelle. » Avec une expérience, ils montrent ainsi qu'il faut pencher de plus en plus un tas de grains pour arriver à ce qu'il coule. Car petit à petit, des ponts liquides apparaissent à l'intérieur du tas, qui renforcent sa cohésion.

Parallèlement, elle s'intéresse à un phénomène dont le complexe militaro-industriel russe surveillait de près les retombées technologiques. « Un milieu avec des pores très petits, de l'ordre du nanomètre, a tendance à refuser l'eau qu'on lui injecte, par capillarité. Cela crée une sorte de ressort, un peu différent de ceux auxquels on est habitué : on peut le comprimer aussi fort qu'on veut, il repousse avec toujours la même force. » Les Russes, dit-on, utiliseraient ce mécanisme dans des fusils ou des dispositifs amortisseurs. Mais la façon dont le liquide entrait dans les pores n'était pas claire : n'était-il mu que par la capillarité, ou glissait-il le long de la paroi des pores ? En 2002, la machine étant prête, l'équipe décide de l'étudier. Ils montrent qu'il n'y a en général pas de glissement, sauf pour certains liquides.

**Quand on l'interroge sur les personnes qui ont marqué son parcours,** elle répond spontanément « mes étudiants en thèse ! Beaucoup d'entre eux étaient vraiment excellents, comme Jérôme Crassous, Frédéric Restagno et d'autres. Il y a aussi Lydéric Bocquet et un autre physicien que je connais bien : mon mari, Jean-Louis Barrat ! »

<sup>1</sup> École supérieure de physique et de chimie industrielles de Paris.

<sup>2</sup> Un nanomètre correspond à un milliardième de mètre.

Un angström correspond à un dixième de nanomètre.



© CNRS Photothèque - Alexis CHEZIERE.

**INSTITUT DE PHYSIQUE (INP)**  
LABORATOIRE DE PHYSIQUE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE  
ET NANOSTRUCTURES (LPMCN)  
UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1 / CNRS  
VILLEURBANNE  
<http://www-lpmcn.univ-lyon1.fr/>