

d'un phénomène de cavitation, des bulles vides se créant et implosant quand le liquide métallique traversait la pompe. Le physicien Denis Gabor, qui était l'un des meilleurs amis de Szilard à Berlin, rapporta plus tard que la pompe «hurlait comme un chacal». Un autre «témoin auditif» mentionna qu'elle «gémissait comme une sorcière». Korodi, lui, admettait qu'elle faisait un bruit d'eau turbulente. Un rapport final de la Société A.E.G. signale que le bruit dépendait de la force et de la vitesse de la pompe ; quelques modifications, telle une réduction de la tension appliquée au début de chaque course du piston, finirent par réduire le bruit à un niveau acceptable. Ce problème sonore était pourtant mineur : il ne doit pas faire oublier que les ingénieurs avaient réussi à imaginer l'emploi de métaux chimiquement réactifs. Un équipement spécial permettait de remplir la pompe sans oxydation (potentiellement explosive) du sodium et du potassium ; selon Korodi, le réfrigérateur aurait été sans danger, car les métaux liquides étaient enfermés dans un réservoir d'acier inoxydable soudé. De nombreux problèmes avaient été résolus, à l'exception de celui du bruit, quand le premier prototype complet fut construit, après deux ans d'études : le 31 juillet 1931, un réfrigérateur Einstein-Szilard fonctionna en continu au Centre de recherche de la Société A.E.G.

À des fins de comparaison avec les appareils existants, il fut monté dans le châssis d'un réfrigérateur de 120 litres, modèle G40 d'A.E.G. Avec son alliage liquide sodium-potassium et du pentane comme fluide réfrigérant, il consommait 136 watts seulement : l'efficacité était conforme aux calculs, mais la Société A.E.G., affaiblie par la dépression mondiale, jugea ces performances insuffisantes. De surcroît, les améliorations des réfrigérateurs classiques et l'effondrement économique rétrécissaient le marché potentiel ; notamment, le fréon, qui venait d'être présenté aux États-Unis, éliminait le danger des fuites (c'est bien après que l'on a compris que le fréon et les autres chlorofluorocarbures détruisaient l'ozone de la haute atmosphère).

Le travail se poursuivit toutefois pendant un an au Centre de recherches A.E.G., les ingénieurs améliorant les prototypes de pompe, dont ils changèrent le métal liquide : comme



4. ALBERT KORODI (1898-1995) fut chargé par Szilard de mettre au point les prototypes de réfrigérateurs inventés avec Einstein. Il tient dans ses mains le prix Tivadar Puskás de la Société scientifique hongroise des télécommunications, qu'il reçut en 1993.

l'échauffement interne de la pompe était suffisant pour fondre du potassium pur (la température de fusion est de 63 degrés), ils augmentèrent l'efficacité électrique de 16 à 26 pour cent. Toutefois, la Société A.E.G., ravagée par la crise économique, ne voulut pas poursuivre les études. Szilard essaya d'intéresser des constructeurs britanniques et américains, mais sans succès. Puis, en 1932, le Centre de recherches d'A.E.G. fut réduit de moitié, et tous les projets qui n'étaient pas stratégiques furent éliminés. Korodi aida à rédiger le rapport final de 104 pages sur le développement du réfrigérateur Einstein-Szilard : ce document intitulé *A.E.G. Technischer Bericht 689*, fut achevé le 16 août 1932 (l'original fut détruit pendant la Seconde Guerre mondiale, mais Korodi en avait gardé une copie).

Quelques mois après, l'accession d'Adolf Hitler au poste de chancelier marqua la fin de l'âge d'or de la physique à Berlin. Szilard s'envola pour l'Angleterre, puis pour l'Amérique, tandis qu'Einstein trouvait refuge à l'Institut des études avancées de Princeton. Korodi retourna à Budapest, où il trouva du travail à la Division hongroise de la Société *Philips*, s'intéressant aux télécommunications ; il mourut à Budapest le 28 mars 1995.

Physique appliquée

Pendant leurs sept années de collaboration, Szilard et Einstein remplirent plus de 45 demandes de brevets dans six pays. Aucun de leurs réfrigérateurs ne fut finalement commercialisé, mais leurs systèmes étaient d'ingénieuses applications de principes physiques. La pompe Einstein-Szilard était si intéressante et sûre qu'elle fut employée au refroidissement des sur-régénérateurs.

Toutes ces inventions permirent à Szilard de faire la carrière universitaire qu'il souhaitait, en Allemagne ; puis ses économies lui permirent de rester deux années de plus en Angleterre. Grâce à des collègues qui aidaient les scientifiques réfugiés à trouver des emplois à l'université, il en vint à étudier la physique nucléaire et conçut la réaction en chaîne à l'automne 1933. Ainsi les travaux de Szilard sur l'énergie atomique sont dus à l'argent des brevets déposés avec Einstein.

Alors que la couche d'ozone est menacée par les fluides réfrigérants, le problème traité par Szilard et Einstein est d'actualité. Pour ces deux physiciens, les inventions de réfrigérateurs de conception renouvelée furent plus qu'un bref interlude : depuis leur première collaboration en physique jusqu'à leurs efforts ultérieurs pour lutter contre la prolifération des armes nucléaires, les préoccupations scientifiques et l'engagement politique étaient étroitement mêlés.

Gene DANNEN étudie la vie de Leo Szilard depuis 15 ans ; il prépare un livre sur la naissance de l'âge nucléaire.

The Collected Works of Leo Szilard : Scientific Papers, sous la direction de Bernard T. Feld et Gertrud Weiss Szilard, MIT Press, 1972.

Leo Szilard : His Version of the Facts ; Selected Recollections and Correspondence, sous la direction de Spencer R. Weart et Gertrud Weiss Szilard, MIT Press, 1978.

Georg ALEFELD, *Einstein as Inventor*, in *Physics Today*, vol. 3, n° 5, pp. 9-13, mai 1980.

Richard S. BAKER et Manuel J. TESSIER, *Handbook of Electromagnetic Pump Technology*, Elsevier, 1987.

L'auteur propose une page Leo Szilard sur le réseau Internet à l'adresse : <http://www.peak.org/~danneng/szilard.html>

Le petit père Hadamard

LAURENT SCHWARTZ

Prototype du savant distrait, le mathématicien Jacques Hadamard fut au cœur de l'activité mathématique française pendant presque un siècle.

Le génie mathématique de Jacques Hadamard se doublait d'une grande douceur et d'une immense fermeté morale. Républicain, démocrate, il milita en faveur de Dreyfus lorsque celui-ci fut emprisonné (la femme de Dreyfus était née Hadamard), et, plus tard, il fit partie du Comité central de la Ligue des droits de l'homme : habitant dans la rue où la Ligue avait son siège, il assistait à toutes les réunions du lundi soir.

Je l'ai bien connu, car il était le mari d'une sœur de ma grand-mère maternelle. Je peux attester que sa distraction était extrême : un jour qu'Hadamard était parti pour une promenade en montagne, avec sa sœur, il lui proposa de s'asseoir un instant, pendant qu'il irait chercher des fougères, qu'il collectionnait avec passion. Après avoir ainsi herborisé un long moment, il rentra au chalet... ayant complètement oublié sa sœur, qui l'attendait toujours.

Nous verrons que cette distraction ne le quitta jamais, même dans les pires moments, pas plus que sa passion pour les fougères : il avait en permanence, dans sa poche, une loupe qui lui permettait d'identifier les spécimens, et son domicile était envahi par les herbiers.

Il était également passionné de champignons, et il les aimait sans doute autant pour leurs qualités gastronomiques que pour leur intérêt botanique : lors d'un voyage à l'étranger, il profita d'une escale de son avion

aux Açores pour aller chercher des spécimens, qu'il se fit servir au déjeuner ; à son voisin de table, qui lui en demandait, il les refusa, parce que, dit-il, leur identification n'était pas assurée. Sa passion pour la botanique lui faisait regretter que cette discipline ne fût pas enseignée dès l'école, parce qu'elle permettait aux enfants de faire de la science sans posséder les connaissances mathématiques qu'exige la physique, par exemple. Toutefois sa passion botanique ne lui faisait jamais oublier

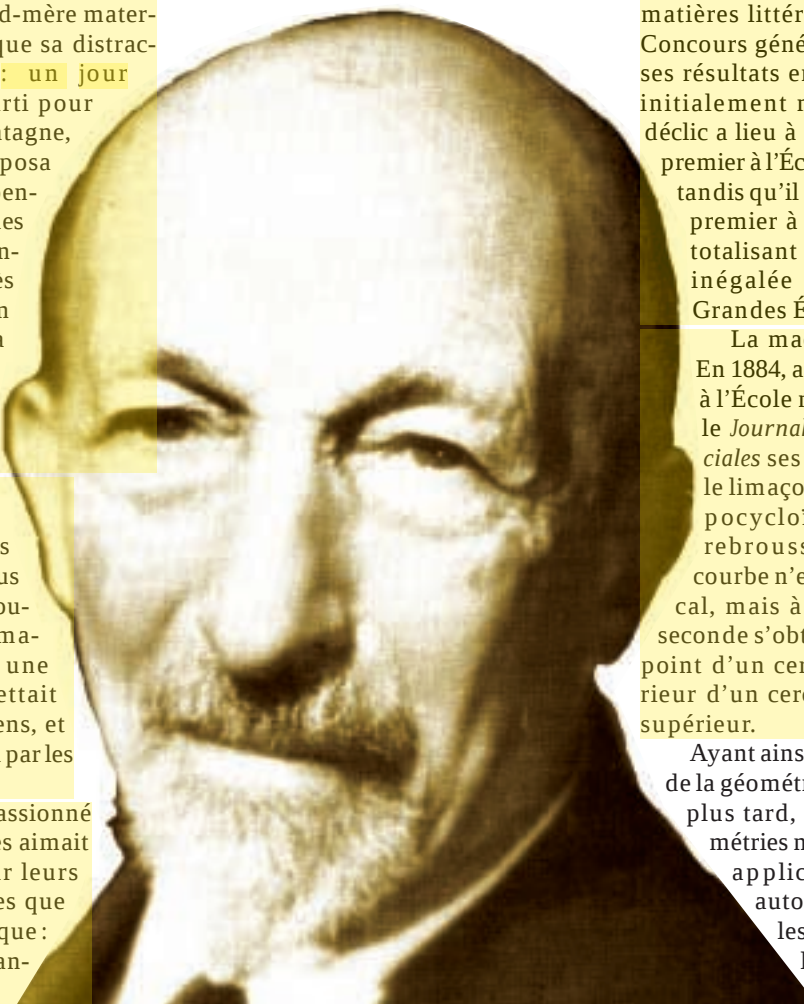
complètement les mathématiques... Car Hadamard était d'abord, et surtout, un très grand mathématicien.

Professeur médiocre, bon chercheur

Il n'avait pas de prédestination particulière pour les mathématiques. Né en 1865 d'un professeur de latin et d'une professeur de piano, Jacques Hadamard est d'abord un élève brillant, mais, alors qu'il excelle dans les matières littéraires (il a des prix du Concours général en grec et en latin), ses résultats en mathématiques sont initialement mauvais. Toutefois le déclic a lieu à temps pour qu'il entre premier à l'École normale supérieure, tandis qu'il est simultanément reçu premier à l'École polytechnique, totalisant une somme de points inégalée dans l'histoire des Grandes Écoles.

La machine est alors lancée. En 1884, alors qu'il n'est qu'élève à l'École normale, il publie dans le *Journal de mathématiques spéciales* ses premiers résultats sur le limaçon de Pascal et sur l'hypocycloïde à trois points de rebroussement : la première courbe n'est pas due à Blaise Pascal, mais à son père Étienne ; la seconde s'obtient en considérant un point d'un cercle qui roule à l'intérieur d'un cercle de rayon trois fois supérieur.

Ayant ainsi commencé par l'étude de la géométrie, il y reviendra 50 ans plus tard, pour évoquer les géométries non euclidiennes et leurs applications aux fonctions automorphes (par exemple, les fonctions définies sur le cercle et de période $\frac{2\pi}{3}$ sont automorphes).



1. JACQUES HADAMARD (1865-1963)