

qui partit à Hambourg pour perfectionner l'invention, se souvient que Szilard attendait impatientement d'éventuelles retombées. Toutefois le méthanol acheté au détail était plus coûteux que prévu et, pis encore, le système ne fonctionnait pas quand l'eau était délivrée par le système de distribution allemand, rudimentaire à l'époque : la pression de l'eau du robinet variait selon les bâtiments et, même, selon les étages. Finalement, les imperfections du réseau de distribution d'eau eurent raison de l'invention, qui ne fut pas commercialisée.

La pompe Einstein-Szilard

L'invention la plus révolutionnaire, et la plus fructueuse, était ce qui fut ultérieurement nommé la pompe électromagnétique Einstein-Szilard. C'était une pompe parfaitement fonctionnelle sans pièces mobiles ; un champ électromagnétique variable provoquait la circulation d'un métal liquide, qui était utilisé comme piston pour comprimer le réfrigérant (le cycle de réfrigération était ensuite le même que dans les réfrigérateurs ordinaires).

Korodi se rappelait qu'Einstein et Szilard avaient initialement imaginé une pompe à conduction élec-

tromagnétique, avec un courant électrique passant dans le métal liquide. Le mercure était le métal initialement choisi, mais les deux physiciens avaient calculé que sa faible conductivité conduirait à de médiocres rendements. Aussi Szilard avait plutôt proposé un alliage de potassium et de sodium, de conductivité bien supérieure : bien que le sodium et le potassium soient tous deux solides à température ambiante, un mélange optimal des deux est liquide aux températures supérieures à -11 degrés. Cependant les métaux étaient chimiquement corrosifs, de sorte qu'ils auraient attaqué l'isolant des fils électriques conduisant le courant.

Szilard et Korodi cherchèrent alors d'autres alliages, avant de soumettre le problème à Einstein : après avoir réfléchi quelques minutes, ce dernier proposa d'éliminer les fils en appliquant une force indirecte, induite par des bobines extérieures. L'invention devint alors une pompe à induction.

Korodi, qui calcula l'efficacité théorique de la pompe à l'alliage sodium-potassium, trouva qu'elle était bien inférieure à celle des compresseurs ordinaires, mais ce qu'elle perdait en efficacité, elle le gagnait en fiabilité : cela valait la peine de construire un prototype. À l'automne 1928, la Société

A.E.G. (*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft*) accepta de mettre au point la pompe pour la réfrigération. La Société A.E.G. était une firme prospère de Berlin, qui possédait son propre institut de recherche, où elle ouvrit pour l'occasion un département spécial, avec deux ingénieurs à plein temps : Korodi fut engagé pour résoudre les problèmes électriques, tandis qu'un autre ingénieur hongrois, un ami de

Szilard, nommé Lazislas Bihaly, fut chargé de la partie mécanique. Szilard, au titre de consultant, dirigeait l'équipe. Korodi et Szilard recevaient des salaires mensuels de 500 reichsmark, soit la moitié du prix d'une automobile.

Pour Szilard, le contrat avec la Société A.E.G. était encore plus lucratif, car les redevances du brevet, ajoutées aux honoraires de consultance, portaient finalement son revenu annuel à quelque 200 000 francs actuels. Szilard et Einstein ouvrirent un compte bancaire commun, mais les sommes qu'accepta Einstein restent inconnues. Ce dernier se préoccupait activement du projet : il vint au laboratoire à chaque étape de la mise au point des prototypes.

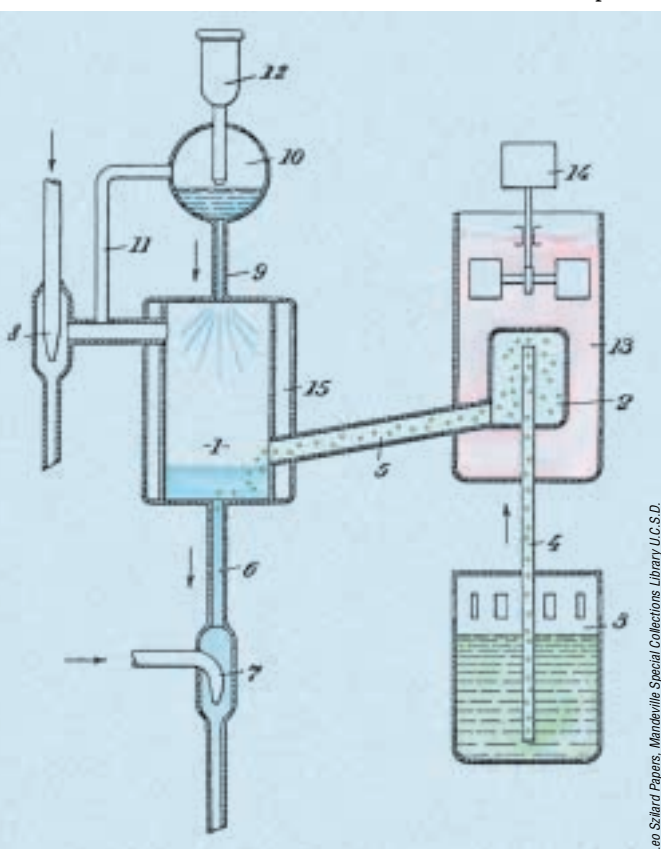
Korodi se souvient également d'avoir rendu visite une dizaine de fois à Einstein dans son appartement de Berlin en compagnie de Szilard, pour discuter de nouvelles inventions : il n'a jamais parlé de physique avec Einstein, tandis que Szilard produisit de nombreux articles cosignés avec Einstein et qui montrent une collaboration prolongée.

À l'Université de Berlin, Szilard donnait des séminaires de physique quantique et de physique théorique, aux côtés de John von Neumann et d'Erwin Schrödinger. Durant cette période, il inventa notamment l'accélérateur linéaire, le cyclotron et le microscope électronique, pendant qu'Einstein recherchait sans relâche une théorie unifiée des champs et qu'il inventait un gyroscope et un appareil de correction auditive.

Alors que le réfrigérateur progressait, le drame se préparait : lors des élections du Reichstag, le 14 septembre 1930, le minuscule parti nazi recueillit près de 20 pour cent des votes. Le 27 septembre, Szilard adressa un avertissement prophétique à Einstein : « De semaine en semaine, je détecte de nouveaux signes, si mon nez ne me trompe pas, qu'il ne faut pas escompter un développement [politique] paisible de l'Europe au cours des dix prochaines années [...] Je ne sais pas s'il nous sera possible de construire notre réfrigérateur en Europe. »

Un réfrigérateur fonctionnel

Encore récemment, on ne se souvenait que du bruit gênant du prototype de pompe électromagnétique d'Einstein-Szilard : la pompe était le siège



3. LA PRESSION DE L'EAU du robinet devait actionner ce petit système réfrigérant, construit (après simplification) par la Société *Citögel*, à Hambourg. Le méthanol contenu dans la chambre 3 s'évaporerait dans la chambre 2, refroidissant le compartiment 13 qui l'entourait. La turbine 14 délivrerait de la crème glacée ou tout autre aliment glacé. Le méthanol, qui se dissolvait dans l'eau de la chambre 1, devait être progressivement remplacé. Le dispositif ne fut pas commercialisé, parce que la pression d'eau fluctuait trop dans les immeubles allemands, vers 1930.

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



Carol Gram Paulson

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>
