

# La fusion froide reste insaisissable

**La sixième conférence internationale sur la fusion froide a eu lieu du 13 au 18 octobre 1996 à Hokkaido, sous l'égide du NEDO japonais, l'organisation pour le développement technologique industriel des énergies nouvelles, une filiale du MITI. Cent soixante-seize participants du monde entier, parmi lesquels trente sept Américains, deux Anglais, un Australien, un Canadien, quatre Chinois, six Français, trois Allemands, un Hongrois, un Indien, quinze Italiens, quatre-vingt onze Japonais, deux Coréens, huit Russes, trois Espagnols, deux Suisses et un Taïwanais, ont assisté à quarante trois présentations et ont pu discuter de nombreux posters.**

Il y a sept ans, lorsque Martin Fleischmann et Stanley Pons ont déclaré être capables de déclencher une réaction de fusion par des moyens électrochimiques, ils furent l'objet d'un rejet total de l'establishment scientifique. Ce rejet fut si hystérique que le prix Nobel de physique Julian Swinger décida de démissionner de la Société américaine de Physique pour protester contre la censure imposée par celle-ci contre les scientifiques qui pensaient comme lui que la fusion froide était envisageable et qu'il fallait donc traiter sérieusement l'expérience de Fleischmann et Pons.

Les chercheurs estimant avoir des résultats positifs à rapporter ne purent publier leurs résultats dans les journaux scientifiques prestigieux tels que *Nature* et *Science*, alors que les adversaires de Fleischmann et Pons avaient largement accès aux médias, qu'ils soient spécialisés ou grand public.

## CAROL WHITE

Continuer à travailler dans ce domaine aux Etats-Unis ou en Europe demandait alors un esprit intrépide : ceux qui s'y risquèrent furent plusieurs fois menacés de perdre leur chaire ou leurs subventions de recherche. Même au Japon, où la situation était meilleure puisque le ministère de l'Industrie et du Commerce extérieur (MITI) avait investi pour tester le phénomène, la communauté scientifique hésitait encore avant d'accepter la fusion froide comme un domaine légitime de recherche scientifique.

En Italie, les recherches sur la fusion froide furent modestement soutenues par les institutions, mais l'industrie payait une partie des dépenses. Aux Etats-Unis, les travaux menés au Stanford Research Institute étaient soutenus par l'EPRI (Electrical Power

Research Institute) ou, plus récemment, par les Japonais.

Le consortium ENCO, rassemblant plusieurs investisseurs, a soutenu des recherches menées aux Etats-Unis et en Russie, notamment par le Dr Edmund Storms, ancien du Los Alamos National Laboratory. Il a également racheté à l'université de l'Utah les premiers brevets de Fleischmann et Pons. Enfin, Clean Energy Technology, Inc. (CETI) tente de commercialiser un dispositif de fusion froide à eau légère dont il prétend depuis un certain temps qu'il est arrivé au stade de prototype.

Il est certain que les espérances suscitées par les deux inventeurs pendant la phase initiale de très grande effervescence, selon lesquelles un générateur à fusion froide serait rapidement disponible, ne se sont guère matérialisées. Cependant, avec les années, les preuves allant dans le sens de Fleischmann et Pons s'accumulent : elles semblent notamment leur donner raison sur l'affirmation fondamentale qu'il est possible de catalyser une réaction nucléaire par des moyens chimiques. Le climat politique reste largement négatif et Fleischmann et Pons n'arrivent toujours pas à obtenir un brevet pour leur cellule de fusion froide.

Malheureusement, on n'a pas beaucoup avancé sur la voie de la compréhension de ce qui pourrait se passer. De plus, l'expérience classique de Fleischmann et Pons n'est pas encore facilement reproductible, peut-être à cause de différences encore non identifiées dans le palladium utilisé, ou à cause d'autres variables cachées.

S'il y a beaucoup de théories prétendant expliquer la fusion froide, elles resteront de vains exercices tant que l'expérience ne sera pas mieux contrôlée. Il est tout à fait possible que les effets associés à la fusion froide se révèlent assez différents de ceux qu'imaginaient initialement Fleischmann et Pons, ou d'autres théoriciens. Il pourrait s'agir, par exemple, de phénomènes chimiques encore inconnus.

## La sixième conférence

Lors de la conférence d'Hokkaido, Stanley Pons, d'IMRA Europe, a présenté ses tentatives de créer une cel-

lule pouvant opérer pendant de longues périodes dans des conditions proches de l'ébullition. Sa nouvelle cellule comporte quatre thermistances placées en différents endroits pour améliorer la précision de la mesure des excès de chaleur dans un environnement très turbulent. Trois des huit cellules construites sur ce principe ont produit une énergie de quelque 300 Mégajoules. Avec une précision estimée de 5%, cela impliquerait un excès de chaleur d'environ 250%.

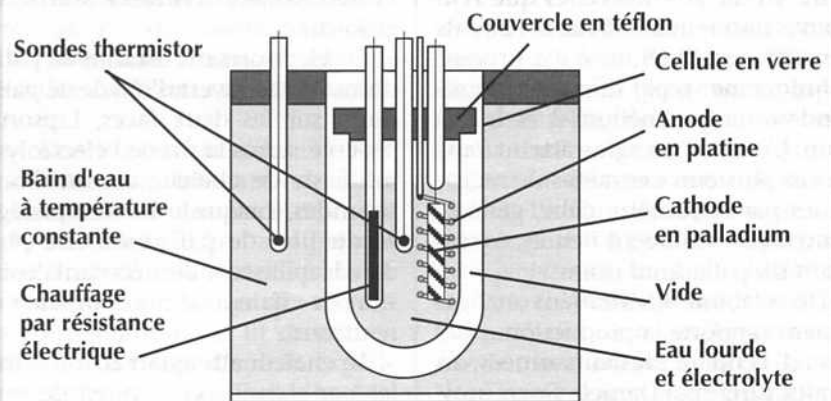
L'une des principales critiques portées contre la recherche sur la fusion froide, c'est qu'elle n'a pas été en mesure d'expliquer comment un processus nucléaire pourrait avoir lieu, étant donné que les produits typiques de la fusion — le tritium et l'hélium-3 — ne sont pas dégagés en quantité suffisante pour rendre compte des excès de chaleur mesurés. Le fait que des neutrons et du tritium aient pu être observés est pourtant d'un grand intérêt scientifique, même si c'est un autre mécanisme qui est à l'origine de la production d'excès de chaleur.

La présentation de Thomas Claytor, de Los Alamos, fut donnée en son absence par Edmund Storms. Claytor et Storms, avec d'autres chercheurs comme John Bockris, ont démontré depuis des années qu'ils arrivaient à produire du tritium. En 1996, Claytor se mit à tester différents alliages de palladium : il utilisa un système fermé dans lequel le deutérium est chargé dans une plaque ou un fil de palladium porté à incandescence, et il mesura la production de tritium par deux méthodes (en temps réel et par analyse de l'eau). Grâce à un alliage palladium-rhodium-cobalt, Claytor put obtenir des *bursts* de tritium culminant à 1,5 nanocuries par litre. Des résultats semblables ont été rapportés par le groupe russe de Vitaly Romodanov, des laboratoires Luch à Moscou. Les Russes, qui utilisent une méthode similaire à celle de Claytor, estiment avoir établi une corrélation entre la quantité de tritium produite et le poids atomique de la cible.

## Production d'hélium-4

Dans une réaction de fusion chaude, deux deutérons (noyaux d'hydrogène lourd) fusionnent pour produire soit un isotope d'hydrogène

## Comment fonctionne une électrolyse



Dans les expériences de fusion froide, l'appareillage expérimental de base est, depuis Fleischmann et Pons, la cellule à électrolyse. La différence avec l'électrolyse de l'eau que l'on étudie dans les lycées est que l'on remplace l'eau normale ( $H_2O$ ) par un électrolyte constitué pour partie d'eau lourde ( $D_2O$ ), à laquelle on ajoute de l'hydroxyde de lithium ou du deutéroxyde de lithium. En faisant passer du courant depuis la cathode (électrode négative) en palladium vers l'anode (électrode positive), on attire les ions positifs de deutérium ou d'hydrogène se trouvant dans l'eau vers la cathode. Ceux-ci migrent vers elle et y sont absorbés ; certains s'échappent toutefois sous forme de gaz. Le palladium agissant comme catalyseur, les protons ou les deutérons (noyaux d'hydrogène et de deutérium) auront tendance à reformer des molécules d'hydrogène ( $H_2$ ) ou de deutérium ( $D_2$ ). On introduit donc des « poisons » sous forme d'additif à l'électrolyte, pour empêcher ce processus ; en effet, le deutérium ne peut être absorbé dans le palladium que sous forme d'atome ou d'ions, pas sous forme moléculaire. Toute formation de molécule diminuerait donc le taux de chargement, et donc le succès de la réaction.

encore plus lourd appelé tritium (et un proton additionnel) soit un nouvel élément, l'hélium-3 (et un neutron additionnel). Un phénomène de fusion froide pourrait être lié à la fusion de deux deutérons pour produire de l'hélium-4, fusion hautement improbable mais néanmoins possible.

Cette voie de réaction de fusion est inhabituelle dans les réactions de fusion connues et la détection d'hélium-4 en laboratoire est assez difficile à cause des nombreuses possibilités de contamination. Aussi, les premiers rapports faisant état de la présence d'hélium-4 furent-ils fraîchement accueillis. La conservation de l'énergie impliquait aussi l'émission de rayons gamma, mais on n'en observait pas lors des expériences où l'on croyait voir de l'hélium-4.

Lors de la seconde conférence internationale sur la fusion froide, Melvin Miles du Naval Weapons Center a déclaré avoir obtenu des quantités

d'hélium-4 proportionnelles avec ses excès de chaleur. Lors de la conférence suivante, Eichi Yamaguchi a également déclaré avoir trouvé de l'hélium-4 mais ses travaux furent contestés après examen.

La conférence d'Hokkaido a permis à Yoshiaka Arata et Yu-Chang Zhang, de l'université d'Osaka, de présenter de nouveaux résultats sur la corrélation entre l'hélium-4 et l'excès de chaleur.

Les chercheurs japonais ont développé une expérience en deux étapes, dans laquelle l'électrolyse sert à produire un gaz de deutérium très pur, qui est ensuite diffusé dans une cellule interne pressurisée contenant des microcristaux de palladium. Selon le modèle d'Arata, un plasma de deutérium fortement couplé est créé à l'intérieur du palladium, où une réaction de fusion peut avoir lieu.

À la fin de leur expérience, Arata et Zhang purent détecter en spectrométrie de masse des quantités significa-

tives d'hélium, après que le palladium ait été réchauffé à plus de 1300 K. Selon Arata et Zhang, les concentrations d'hélium-4 varient entre  $10^6$  et  $10^7$  fois celles que l'on trouve naturellement dans l'air. Ils pensent que l'hélium-4 est produit chimiquement, par une réaction secondaire entre l'hélium-3 et le tritium. L'excès d'énergie a atteint dans un cas plusieurs centaines de mégajoules par centimètre cube, générés pendant des milliers d'heures, en utilisant du palladium noir.

Deux laboratoires italiens ont également rapporté la production d'hélium-4. Pendant plusieurs années, un groupe dirigé par Daniele Gozzi (université de Rome) cherche à perfectionner un système qui permettrait de corrélérer l'excès de chaleur à l'hélium-4. Ils avaient jusqu'ici du mal à éliminer la contamination par l'hélium en provenance de l'atmosphère. Cette année, ils parviennent à une bien meilleure fiabilité. Une expérience utilisant quatre cellules, fonctionnant pendant 950 heures, sur laquelle un millier d'échantillons ont été prélevés, leur a fourni des données dont ils estiment qu'elles établissent une corrélation satisfaisante entre l'hélium-4 et l'excès de chaleur.

A l'université de Turin, le groupe de Tullio Bresani rapporte la détection d'hélium-4 au cours d'une expérience à chargement gazeux (et non à électrolyse). Après avoir chargé une fine feuille de palladium, ils ont appliqué un champ électrique continu de quelques centaines de millivolts par centimètre carré pour accroître le rapport de charge (nombre d'atomes de deutérium divisé par celui de palladium), dont ils estiment qu'il a atteint 0,83. Au cours d'une expérience, des émissions d'hélium-4 ont été détectées par un spectromètre de masse à quadripôle ; avant et après l'expérience, les chercheurs avaient vérifié que l'on ne détectait pas de signal équivalent.

Aussi bien Giuliano Preparata (université de Milan) que Francesco Celani (Institut national de physique nucléaire de Frascati) ont continué à rapporter des résultats intéressants en utilisant un fil long et fin auquel est appliquée longitudinalement une tension élevée, dans une expérience d'électrolyse. Le but est de démontrer la possibilité d'induire une électromigration le long du fil pour ac-

croître l'effet de fusion froide.

L'Académie des Sciences de Russie a rapporté, quant à elle, une série d'expériences fort intéressantes, par l'intermédiaire d'Aleksei Roussetski et Andrey Lipson.

En électrolysant un film de palladium fin recouvert d'oxyde de palladium sur les deux faces, Lipson a observé, après la fin de l'électrolyse, un flash de chaleur durant 2 à 7 secondes, lorsque le deutérium dégage du film de palladium. De plus, dans la milliseconde précédant l'émission de chaleur, il note un *burst* de neutrons.

La chaleur atteignait 30 à 100 joules par seconde et le *burst* de neutrons avait une intensité calculée de 500 neutrons par centimètre carré. Lipson pense que ce mécanisme implique un stockage d'énergie produite par la fusion froide, qui est d'abord convertie en énergie élastique dans le palladium, lorsque l'électrolyse est en marche, et qui est ensuite réémise sous forme de chaleur.

Lors d'une autre expérience, son groupe a testé la réaction de différents cristaux, possédant des qualités ferroélectriques, lorsqu'ils étaient soumis à un flux de neutrons. Les cristaux étaient chargés avec de l'hydrogène ou du deutérium, en proportion variable.

Dans certains cas, les neutrons étaient absorbés par le milieu cristallin alors que dans d'autres cas, le flux neutronique sortait renforcé du cristal. On retrouve la même corrélation avec le tritium, avec un facteur d'amplification encore supérieur : 10 pour le tritium contre 2 pour le deutérium. En utilisant dans ses cellules électrolytiques de fines feuilles de palladium recouvertes d'oxyde, Roussetski a mesuré l'émission de protons et de neutrons lorsque le deutérium dégazait. Il les a trouvés en égale proportion, ce qui indiquerait la présence d'une réaction de fusion « chaude », les particules émises ayant des énergies anormalement basses.

## La nouvelle alchimie

Fleischmann et Pons ont supposé que la tendance du palladium à absorber l'hydrogène pourrait être renforcée par l'électrolyse, de sorte qu'un rapport de charge suffisant (à peu près un deutéron par atome de palladium)

pourrait permettre la fusion entre deux deutérons ainsi comprimés.

Actuellement, nous assistons à une confrontation entre les partisans des expériences classiques de fusion froide (modélées sur celle de Fleischmann et Pons) et un groupe croyant à des possibilités beaucoup plus larges, qu'on pourrait qualifier de « nouveaux alchimistes ». Selon les notions prédominantes sur la façon dont une réaction de fusion peut intervenir en laboratoire, il n'est pas possible de fusionner deux noyaux d'hydrogène ordinaire (deux protons) ; il est nécessaire qu'au moins l'un des noyaux contienne un ou deux neutrons additionnels pour former un deutéron ou un triton.

Cependant, les « nouveaux alchimistes » ont présenté des preuves expérimentales du fait qu'il était possible d'obtenir de la chaleur en excès, et dans certains cas des produits nucléaires — voire la transmutation d'éléments légers en éléments lourds — en utilisant l'eau ordinaire et en substituant le nickel au palladium pour accueillir les protons.

Ces affirmations vont encore plus loin que celles, déjà extraordinairement étonnantes, qui prétendent domestiquer l'énergie du soleil avec des expériences de cuisine. Il n'y a bien sûr pas d'explication scientifique conventionnelle sur la façon dont la fusion froide pourrait avoir lieu, quelles que soient les circonstances. Mais l'idée que l'électrolyse d'eau avec une cathode en nickel pourrait produire des excès de chaleur est véritablement renversante. De plus, les partisans de la fusion à eau légère affirment que leurs expériences sont plus fiables que le dispositif expérimental classique de Fleischmann et Pons.

Après la découverte de réactions nucléaires froides avec l'eau légère, les chercheurs ont commencé à rapporter qu'ils pourraient ensuite transmuter des éléments comme le mercure en éléments plus lourds, tels que l'or, et ce en utilisant des énergies relativement basses.

Ce genre d'affirmations a été utilisé par les adversaires de la fusion froide pour ridiculiser les travaux de Fleischmann et Pons. Ils ont également donné lieu à de nouvelles suspicions sur l'existence de réactions chimiques, plutôt que nucléaires, dans les cellules de Fleischmann et Pons ou dans les cellules fermées de

