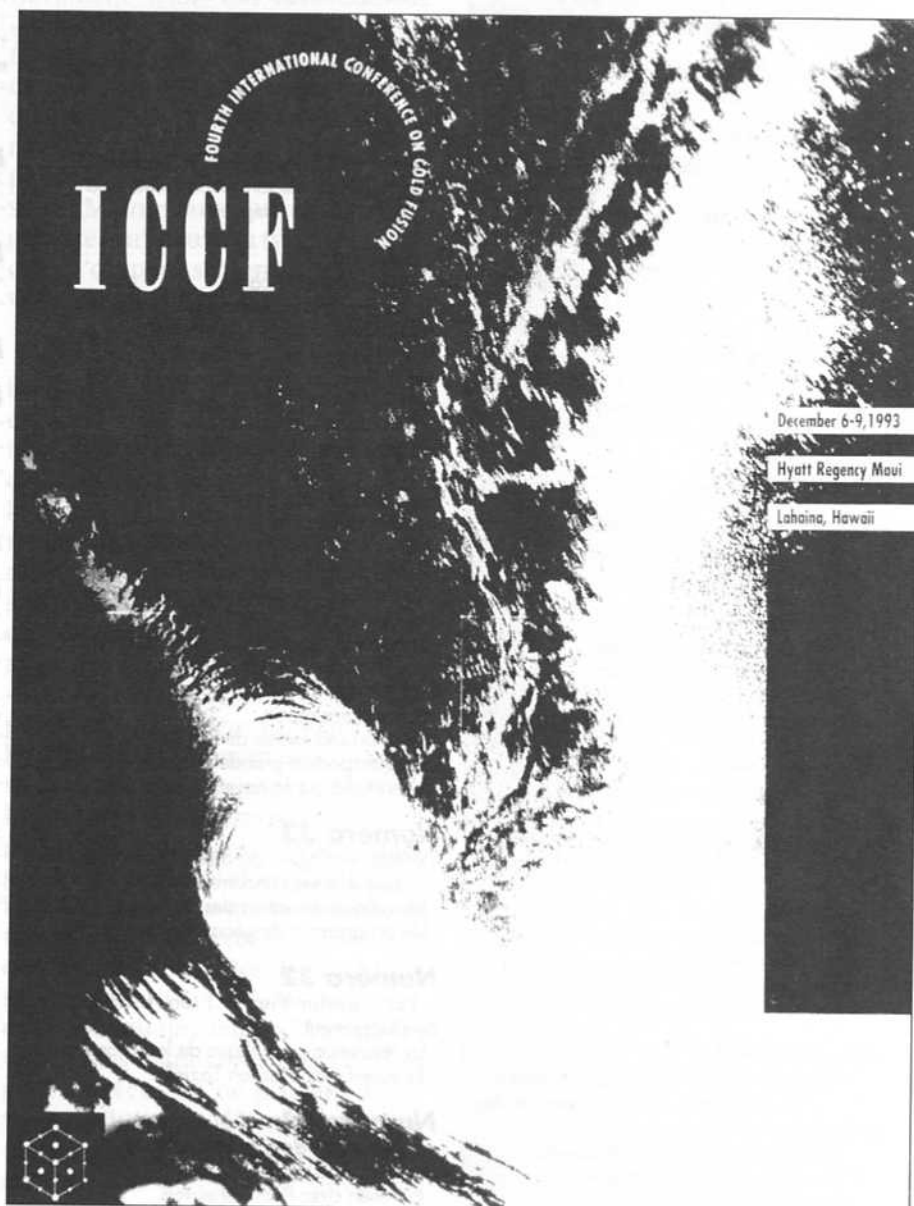


Fusion froide : 5 ans plus tard

Carol White

La quatrième conférence internationale sur la fusion froide, qui s'est tenue à Hawaï, dans la ville de Maui, du 6 au 9 décembre 1993, a montré que de nets progrès avaient été réalisés en un an.

Venus du monde entier, des chercheurs de nombreuses disciplines se sont réunis pour étudier des contributions d'une amplitude et d'une profondeur impressionnantes.



Il n'y a pas eu d'annonces fracassantes lors de cette conférence, mais le travail de recherche sur la chaleur en excès, les produits nucléaires, les études de matériaux et celles sur la théorie, ont été si considérables que trois sessions parallèles furent nécessaires pour caser toutes les contributions : 230 articles et posters furent présentés.

Parmi les 246 participants, on dénombrait 119 Américains, 77 Japonais, 18 Italiens, 6 Russes et un Ukrainien. Outre les chercheurs, on trouvait des représentants de l'industrie sponsorisant les recherches¹.

1989 : un accueil hostile

La fusion froide est née le 23 mars 1989 dans des conditions difficiles. Fleischmann et Pons, les deux électrochimistes à l'origine de cette découverte, furent quasiment expulsés des Etats-Unis et ceux qui continuèrent dans cette voie furent pratiquement menacés de perdre leurs postes universitaires. Après quelques mois, le Département de l'Energie américain avait publié un rapport défavorable et de grands laboratoires, comme le California Institute of Technology ou le Harwell Laboratory en Angleterre, avaient déclaré que la fusion froide n'existait pas.

L'establishment de la physique ajoutait sa voix autoritaire à la fureur générale, en déclarant que la fusion froide ne pouvait pas exister puisqu'elle violait les lois de la physique. Selon cet argument, aucune nouvelle découverte ne peut désormais être tolérée puisque, par définition, cela viole les « lois » de la physique. En France, la même atmosphère de chasse aux sorcières régnait. Les journalistes étaient chargés de régler l'affaire en traitant de « science pathologique » toute recherche sur le sujet. Cinq ans après, la stupidité d'une telle approche apparaît au fur et à mesure que s'accumulent les preuves et les reproductions, avec de nombreuses variantes, de l'expérience de Fleischmann et Pons. Mieux encore, des directions de recherche complè-

tement nouvelles sont nées de cette découverte.

Des questions en suspens

Ce que nous appelons fusion froide (d'autres préfèrent le terme de fusion de la matière condensée) pourrait bien s'avérer être un amas de phénomènes plutôt qu'une simple fusion à température ambiante. Peut-être qu'aucune fusion nucléaire n'a lieu à proprement parler. Il est encore impossible d'identifier les mécanismes mis en jeu. Ce qui est maintenant définitivement établi, c'est la nécessité de maintenir un rapport de charge du deutérium dans le palladium aussi élevé que possible pour promouvoir la réaction dans une cellule électrolytique de type Fleischmann-Pons. Au mieux, ce rapport est de un (un atome de deutérium pour un atome de palladium). Il est également clair qu'il y a une corrélation directe entre l'établissement d'un surpotentiel (dans ce cas, le potentiel négatif de la cathode), le rapport de charge élevé et la production d'un excès de chaleur.

Michael McKubre, du Stanford Research Institute, a été le premier à insister sur le rôle crucial joué par ce rapport. Il a été établi rétrospectivement que les expériences qui ont échoué au cours de la première année n'avaient jamais réussi à maintenir suffisamment de deutérium dans le réseau de palladium. Ce dernier, dans sa forme cristalline, forme un cube avec les atomes se situant aux sommets. Les atomes d'hydrogène ou de deutérium viennent se placer au centre des arêtes de ces cubes. McKubre a démontré qu'avec un rapport de charge de 0,95, il obtient à coup sûr de la chaleur en excès. Cependant, on peut obtenir des excès de chaleur à partir d'un rapport de charge de 0,85.

La façon dont on peut atteindre un rapport de charge élevé à température ambiante et à pression atmosphérique est encore du domaine de l'art. La technique consistant à opérer par cycles de charge et de décharge semble efficace, sans que person-

ne ne puisse vraiment bien l'expliquer. Le succès dépend beaucoup du protocole expérimental, de la façon dont on joue sur la densité de courant, ou des effets des impuretés adhérentes à la surface de la cathode. En dehors de ces facteurs, il y a une énorme variation dans le palladium, entre différents fournisseurs, mais aussi entre différents lots du même fournisseur. La façon dont ceci affecte la capacité du palladium à atteindre et garder le rapport de charge adéquat est encore inconnue. Certaines cathodes sont simplement travaillées à froid tandis que d'autres subissent un recuit. Certains expérimentateurs leur font subir des prétraitements qui restent encore du domaine du secret industriel. La liberté de circulation de l'information est encore limitée sur ce point.

Retour à Nagoya

Il y a cinq ans, la question était : est-ce que la fusion froide existe ? La seconde conférence internationale de Côme (Italie)², en 1991, avait répondu de façon conclusive à cette question. L'an dernier, à la troisième conférence de Nagoya au Japon³, trois expériences principales dominaient la discussion. Fleischmann et Pons annonçaient avoir produit des bouffées de chaleur en excès (4 kW par centimètre cube) dans quatre cellules. Akiro Takahashi avait également produit de fortes chaleurs (jusqu'à 100 W/cm³) dans des cellules de sa propre invention. La caractéristique majeure de son expérience était l'utilisation d'un cycle de chargement passant d'une basse densité de courant à une grande densité. Il découvrit des émissions de neutron et une production de tritium, mais pas en quantité suffisante pour expliquer le dégagement de chaleur.

Cette expérience a été reproduite au laboratoire Los Alamos par Edmund Storms et au Texas A&M par John Bockris. Troisièmement, Eichi Yamaguchi, des laboratoires NTT, rapportait qu'il pouvait obtenir une décharge explosive de chaleur de façon reproductible dans du palladium

chargé à la fois en deutérium et en hydrogène. Des particules alpha étaient détectées pendant le chargement en deutérium. Cette expérience est en cours de reproduction par des chercheurs de Mitsubishi.

L'autre grande nouvelle de Nagoya était l'annonce par certains chercheurs de l'existence de phénomènes de fusion froide dans des électrodes de nickel chargées à l'hydrogène. Robert Bush (California State Polytech) et Reiko Notoya (Université de Hokkaido) sont les leaders dans ce domaine. Enfin, un groupe emmené

par Alexei Barabouchkine, de l'Académie des sciences de Russie, annonçait qu'il obtenait des émissions de particules et des dégagements de chaleur dans un cristal de bronze de tungstène.

Le chercheur russe Jan Kucherov présentait également à Nagoya une expérience très intéressante au cours de laquelle un gaz de deutérium était transformé en plasma par une étincelle à basse énergie, plasma attiré ensuite par une cathode en palladium. Kucherov obtenait des dégagements de chaleur, mais aussi des preu-

ves de la production de rhodium radioactif et d'isotopes du palladium. Bush rapportait également des transmutations dans ses expériences à eau légère. L'expérience de Kucherov est en cours de reproduction au MIT, avec des résultats encourageants, mais pas encore concluants.

L'électrolyse à l'état solide

Depuis la conférence de Nagoya, plusieurs autres chercheurs travaillent

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 (voir texte).

La cellule, assez petite pour être tenue dans une main, est un récipient allongé en verre, dont les deux parois sont séparées par du vide. Elle est plongée dans un bain d'eau et l'on peut utiliser différents dispositifs pour mesurer la température. Plus le courant appliqué aux électrodes est élevé, plus le potentiel négatif de la cathode est élevé et plus les protons ou les deutérons auront tendance à être attirés vers elle. Une fois dans le palladium, ils attirent les électrons de la cathode ou, plus généralement, partagent avec elle ces électrons. La température est un facteur crucial pour l'expérience puisqu'elle joue sur le facteur de charge du palladium.

Dans la fusion chaude, les deutérons (formés d'un proton et d'un neutron) forment soit un triton (noyau plus lourd formé d'un proton et de deux neutrons) soit un nouvel élément, l'hélium-3, qui a deux protons et un seul neutron. Ces deux réactions ont la même probabilité d'occurrence. Dans le cas du tritium, un proton additionnel est également produit ; pour l'hélium-3, il s'agit d'un neutron. En général, on utilise la détection de neutrons pour s'assurer qu'un processus de fusion a eu lieu.

Il est possible également que de l'hélium-4, avec deux protons et deux neutrons, soit produit dans une réaction de fusion, mais cela n'a jamais encore été observé. C'est pourquoi cela serait extrêmement important si l'on constatait la détection d'hélium 4 au cours d'une expérience de fusion froide.

