

[Machine translated from French. Original French version below.]

Report on International Conference on Cold Fusion ICCF9 - Beijing, China

May 20-24, 2002

**Jean Paul Biberian
Crmc2-CNRS
Department of Physics
Faculty of Science of Luminy
138 Avenue of Luminy
13288 Marseilles cedex 9
Tel.: + 33 660 14 04 85
biberian@crmc2.univ-mrs.fr**

1 - Introduction

the ninth international conference on cold fusion ICCF9 s.est held in Peking in China, from the 20 to May 24. A hundred people of 15 nationalities different y have taken part. It was organized by Professor Xing Z Li, of I.University of Tsinghua. It was l.occasion to take note of the last developments on the subject. One analyze total reveals some point interesting: Five countries are particularly dynamic in this research sector:

China, who work since beginning, sees its program s.amplifier with of news people s.intéressant on the subject. In particular several thésards is engaged in this program. As well experimenters as of the theorists.

financing is entirely public; Japan, continues in an academic way but also in l.industrie (Mitsubishi Heavy Industries). C.est one of the most active countries. The financing is at the same time public and private.

The United States, who continue at the same time university programs (Portland cement University, University of Illinois, MIT), but too companies deprived, and isolated researchers.

L.Italie with of many teams in private individual with l.ENERGIA, Frascati, but too at l.industriel Pirelli. C.est a dynamic area with an official support. Martin Fleischmann collaborates with l.ENERGIA.

Russia, one counts there 32 teams which work there actively on private funds.

They organize national conferences, the next one will take place in October 2002, and monthly meetings.

2 - experimental results

2.1 - Production of heat

The parameter which was looked the most since the beginnings of cold fusion in 1989 is production of heat. This conference was l.occasion of to confirm these results with various techniques:

2.1.1 - Gas diffusion

Several teams showed that abnormal heat occurred when deuterium passed through palladium-nickel films X.Z. Li, Peking, made experiments of permeation through tubes of heated palladium covered with nickel showing an excess of heat. X.Z. Li, shows in a calorimeter of the Calvet type the d.excess production of heat in one wire of deuterium palladium charged, during pumping of gas.

Put, product of heat on a catalyst with palladium in one atmosphere of deuterium has 200°C. W.Win measured an excess of heat in a system charged with deuterium corresponding to 13 keV per palladium atom. Narita showed a strong release of heat when gas deuterium pass through a palladium sheet covered d.une layer with MnOx Kirkinski shows the production d.un excess of heat by calorimetry differential on deuterium palladium powders charged.

2.1.2 - The experiments electrolyses some in D₂O

Warner and Dash showed 30% d.excess heat with electrodes of titanium hammer-hardened and with slits in form of comb for to increase surface contact. Miles, observes an excess of heat of 15 % in an electrolysis with Co- palladium deposition on a copper cathode.

2.1.3 - The experiments electrolyses some out of H₂O

Box observes a release of heat in an electrolysis with NaOH like electrolyte, and a catalyst with Palladium with 0.5% like cathode. Q.M. Wei has reproduced l.experience of Box with like cathode one catalyst with palladium. Miley observes a release of heat of 30% with a cathode made multi-layer Ni-Pd. Ota reproduced the experiments of the type Patterson, c.est with saying l.électrolyse nickel balls covered with palladium. It observes a release of heat of 50 % in 6 cases, and none release of heat in 18 other experiments.

Swartz and Hagelstein showed that l.électrolyse light water nickel produced an excess of heat of 50%, but an addition of 15% d.eau door still improved the outputs.

2.1.4 - Thin films

Of Nino of I.ENEA Frascati, in Italy has shown releases of lorsqu.elle heat significant made l.électrolyse d.eau heavy on one palladium cathode deposited on a substrate d.alumine. cathode has form d.un 100 cm length thin film, 54µm broad and 2µm d.epaisseur.

2.2 - Radiations

2.2.1 - Electrolyse

Lipson and Miley show the production of protons of 1.7 MeV, and of particles alpha of 13.5 MeV by making l.électrolyse out of H₂O of multi-layer Nor-Pd. Mizuno show one production of neutrons in experiments d.électrolyse d.eau heavy, then d.eau light on electrodes of palladium.

Violating the production of rays-X during l.électrolyse observes of palladium films deposited on polyethylene. It n.observe nothing in case of cathodes out of copper or nickel.

2.2.2 - Discharges plasma

Dash show in a discharge plasma with target d.uranium l.émission radiations alpha, beta and gamma.

2.3 - Transmutations

2.3.1 - Gas diffusion

Iwamura, Mitsubishi Heavy Industries, Japan showed qu.en making to pass from gas deuterium to the ordinary atmospheric pressure through one break into leaf of palladium of 100 µm d.epaisseur covered d.une multi-layer CaO/Pd/Pd-Cs, it observe transmutation Cs_{133 55} in Pr_{141 59} La measurement was made in situ in real time by XPS, this excluded all possibility d.artefact, and ex situ in end d.expérience by SIMS. In same conditions, with multi-layer CaO/Pd/Pd-Sr, it observe transmutation of Sr_{88 38} in Mo_{96 42}. The molybdenum which have 7 isotopes natural n.en presents almost more qu.un in this experiment, showing in manner in ambiguity that this material was manufactured by transmutation starting from strontium.

2.3.2 - Electrolyse

Yamada observed the presence of barium on palladium electrodes after electrolysis out of H₂O.

2.3.3 - Discharges plasma

Dash showed in discharges plasmas in atmosphere deuterium on electrodes in uranium natural and impoverished an increase in radioactivity of uranium after 550 operating hours. It has observed one increase of quantity of thorium-234. It observes also an increase in the emission K_{α} and K_{β} of uranium. Ohmuri, has observed formation of K-41 on rhenium electrodes during discharges plasma in electrolysis high voltage.

Karabut measures an emission of rays-X of surface of a cathode of palladium and of other metals, with an energy ranging between 1.2 and 2.8 keV, whereas the discharge voltage lies between 0.85 and 1.6 keV.

2.3.4 - Sonofusion

By sonofusion, Arata showed the helium-4 production, helium-3 and of tritium. By making cavitation in of water with one target of silver. Stringham shows the He-3 production and He-4 in experiments of cavitation in D_2O .

2.3.5 - Biological transmutations

Vysotskii showed by SIMS. TOF the appearance of Fe-54 in bacteria Azotobacter chroococcum.

2.4 - The deuterium loading

Celani has shown that the mercury chloride addition with alcohol deuterated allowed to obtain strong rates of loading in the electrolysis of palladium wire of 50 μm of diameter. Biberian and Lonchamp showed a new way of loading of palladium in phase gas with an electrolyte solid polymer driver protonic.

Gamberale of the Pirelli laboratories, showed a strong increase in heating capacity of made up PdH_x at strong rate of loading by electrolysis of palladium wire.

Arata has shown that in palladium cluster of 5 nm in ZrO_2 , it obtained loadings PdH_x , with $x=3$ for a pressure of 100 atmospheres. Spallone showed a rate of loading close to unity with different electrolyte types.

3 - Theories

3.1 - Coupling phonons

Hagelstein of MIT calculated that a coupling between molecules D_2 in a gap octahedral of palladium could be in resonance with an atom of He-4 in the network located at a distance from the order of the μm by the intermediate of the phonons of the network. It deduces some that to carry out the fusion of deuterium, it was necessary the preliminary presence of He-4, and an excitation of the phonons of palladium. That would be possible by diffusion of deuterium

through a layer of potential chemical different. Its model which s.appuie on one formalism of mechanics quantum traditional explains to it quasi totality results experimental observed.

3.2 - Electronic Ecrantage

LED Giudice d.Italie showed that experimental results by Hall effect dating of 1970 indicate that palladium charged d.hydrogene PdH_x, had one a number will d.électrons free superior with 1 for $x > 0.7$ and could reach 6 for $X = 1.2$. Then qu.à weak concentration d.hydrogene, there is 0.7 electrons in bandage conduction. The great quantity will d.électrons in the band conduction can produce a écrantage supporting reaction $D+D \rightarrow He-4$.

3.3 - Coherent fields

Fleischmann l.un of the two découvreurs of cold fusion with Pons thinks that coherent fields of deuterium occur within material, and that l.electrodynamic quantum explains resulted them from cold fusion; Tsuchiya proposes a model of condensate of Bose in gaps metal.

3.4 - Microphone-aces

Frisone calculates that the probability d.une reaction $D+D \rightarrow He-4$ is increased by 2 to 3 orders of magnitude in microcracks of palladium.

4 - Lesson

This conference showed us that the significant points in success d.une experiment of cold fusion were as follows:

1. It is necessary to d.avoir one or more interfaces between materials having different chemical potential or output.
2. A flow of deuterium or hydrogen created is in an electric way through layers, is by electric field in the layers they same, that is to say by diffusion gas.
3. A rate of significant local loading out of deuterium or hydrogen

5 - Conclusion

This ninth meeting s.est finished on a positive grade from the participants. We were satisfied realized progress so from the standpoint theoretical qu.expérimental. The proofs of the reality of this new science clearly were brought. The heat releases are now reproductibles, just as well in the experiences d.électrolyse as in the one of gaseous broadcasting, or d.électromigration. The "nuclear ashes" are of several natures: Helium-3 and hélium-4, tritium, transmutation and fission. Several theories are proposed to explain the mechanisms in game, but c.est certainly the one of Hagelstein that is

the most quantitative one, while using the formalism of the mechanical traditional quantum applied to the solid.

To personal title, which my the done more mark during this lecture is I. experience of transmutation of the cesium and realized strontium to Mitsubishi, of which I. importance is essential, and that will be published to the Japanese Newspaper of Applied Physics in July 2002.

L. ensemble of the observed results in thin layer or in powders is equally very encouraging. Besides the theory of Hagelstein appears me very enticing, puisqu'elle gives an explanation of the observed phenomena to this day, and indicates which are the important parameters for I. amelioration of the results.

This new science that concerns the nuclear reactions in condensed environments does nothing but to begin, it still remains a lot of ways to traverse to understand all the potentialities of this new domain of the research. The critics that had been brought in 1989 n. ont more of reason d'être, we have now realized experiences in many laboratories that confirm the first works of Pons and Fleischmann. The theoretical arguments that had been advanced to I. époque to reject the observations of the two électrochimistes are not valid, puisqu'ils used theoretical and experimental results originating diluted environments. We are here in a very other domain of the science where of the effects to n body must be taken into account: electronic écrantage in the solids, coupling with the phonons of the network.

It was decided: Publication d'un work collective of type "review book" grouping together the results more important. Creation d'une reviewed specialized of which it title would be: Newspaper of Condensed Matter Nuclear Science. Creation in parallel electronic reviewed d'une. Next lecture ICCF10 will be organized by the Professor Peter Hagelstein of the PLACEMENT of Boston, and should unfold itself in October 2003.

Rapport sur L'International Conference on Cold Fusion ICCF9 Pékin, Chine

20-24 mai 2002

Jean Paul Biberian

CRMC2-CNRS

Département de Physique

Faculté des Sciences de Luminy

138 Avenue de Luminy

13288 Marseille cedex 9

tél : + 33 660 14 04 85

biberian@crmc2.univ-mrs.fr

1 - Introduction

La neuvième conférence internationale sur la fusion froide ICCF9 s'est tenue à Pékin en Chine, du 20 au 24 mai. Une centaine de personnes de 15 nationalités différentes y ont participé. Elle était organisée par le Professeur Xing Z. Li, de l'Université de Tsinghua. Ce fut l'occasion de prendre connaissance des derniers développements sur le sujet.

Une analyse globale fait apparaître quelques points intéressants : Cinq pays sont particulièrement dynamiques dans ce secteur de la recherche :

La Chine, qui travaille depuis le début, voit son programme s'amplifier avec de nouvelles personnes s'intéressant au sujet. En particulier plusieurs thésards sont engagés dans ce programme. Aussi bien des expérimentateurs que des théoriciens. Le financement est entièrement public ;

Le Japon, continue de manière académique mais aussi dans l'industrie (Mitsubishi Heavy Industries). C'est un des pays les plus actifs. Le financement est à la fois public et privé.

Les Etats-Unis, qui poursuivent des programmes à la fois universitaires (Portland University, University of Illinois, MIT.), mais aussi des entreprises privées, et des chercheurs isolés.

L'Italie avec de nombreuses équipes en particulier à l'ENEA, Frascati, mais aussi chez l'industriel Pirelli. C'est une région dynamique avec un soutien officiel. Martin Fleischmann collabore avec l'ENEA.

La Russie, on y compte 32 équipes qui y travaillent activement sur des fonds privés. Ils organisent des conférences nationales, la prochaine aura lieu en octobre 2002, et des réunions mensuelles.

2 Les résultats expérimentaux

2.1 - La production de chaleur

Le paramètre qui a été le plus regardé depuis les débuts de la fusion froide en 1989 est la production de chaleur. Cette conférence a été l'occasion de confirmer ces résultats avec différentes techniques :

2.1.1 - La diffusion gazeuse

Plusieurs équipes ont montré que de la chaleur anormale se produisait lorsque du deutérium passait au travers de films de palladium-nickel .

. X.Z. Li, Pékin, a fait des expériences de perméation à travers des tubes de palladium chauffé recouverts de nickel montrant un excès de chaleur.

. X.Z. Li, montre dans un calorimètre de type Calvet la production d'excès de chaleur dans un fil de palladium chargé en deutérium, au cours du pompage du gaz .

. Case, produit de la chaleur sur un catalyseur au palladium dans une atmosphère de deutérium à 200°C.

. W.Win a mesuré un excès de chaleur dans un système chargé au deutérium correspondant à 13 keV par atome de palladium.

. Narita a montré un fort dégagement de chaleur quand du deutérium gazeux passe à travers une feuille de palladium recouverte d'une couche de MnOx

. Kirkinski montre la production d'un excès de chaleur par calorimétrie différentielle sur des poudres de palladium chargées en deutérium.

2.1.2 - Les expériences en électrolyse en D₂O

. Warner et Dash ont montré 30% d'excès de chaleur avec des électrodes de titane écroui et avec des fentes en forme de peigne pour augmenter la surface de contact.

. Miles, observe un excès de chaleur de 15 % dans une électrolyse avec co-déposition de palladium sur une cathode de cuivre.

2.1.3 - Les expériences en électrolyse en H₂O

. Case observe un dégagement de chaleur dans une électrolyse avec NaOH comme électrolyte, et un catalyseur au Palladium à 0.5% comme cathode.

. Q.M. Wei a reproduit l'expérience de Case avec comme cathode un catalyseur au palladium.

Miley observe un dégagement de chaleur de 30% avec une cathode faite de multi-couches Ni-Pd.

Ota a reproduit les expériences de type Patterson, c'est à dire l'électrolyse de billes de nickel recouvertes de palladium. Il observe un dégagement de chaleur de 50 % dans 6 cas, et aucun dégagement de chaleur dans 18 autres expériences.

Swartz et Hagelstein ont montré que l'électrolyse du nickel en eau légère produisait un excès de chaleur de 50%, mais un rajout de 15% d'eau lourde améliorerait encore les rendements.

2.1.4 - Les films minces

De Nino de l'ENEA Frascati, en Italie a montré des dégagements de chaleur importants lorsqu'elle fait l'électrolyse d'eau lourde sur une cathode de palladium déposé sur un substrat d'alumine. La cathode a la forme d'un film mince de 100 cm de long, 54µm de large et 2µm d'épaisseur .

2.2 - Les rayonnements

2.2.1 - Electrolyse

Lipson et Miley montrent la production de protons de 1.7 MeV, et de particules alpha de 13.5 MeV en faisant l'électrolyse en H₂O de multicouches Ni-Pd.

Mizuno montre une production de neutrons dans des expériences d'électrolyse d'eau lourde, puis d'eau légère sur des électrodes de palladium.

Violante observe la production de rayons-X au cours de l'électrolyse de films de palladium déposés sur du polyéthylène. Il n'observe rien dans le cas de cathodes en cuivre ou nickel.

2.2.2 - Décharges plasma

Dash montre dans une décharge plasma avec cible d'uranium l'émission de rayonnements alpha, bêta et gamma.

2.3 - Les transmutations

2.3.1 - Diffusion gazeuse

Iwamura, Mitsubishi Heavy Industries, Japon a montré qu'en faisant passer du deutérium gazeux à la pression atmosphérique ordinaire à travers une feuille de palladium de 100 µm d'épaisseur recouverte d'une multicouche CaO/Pd/Pd-Cs, il observe la transmutation du $^{133}_{55}\text{Cs}$ en $^{141}_{59}\text{Pr}$. La mesure a été faite in situ

en temps réel par XPS, ceci exclu toute possibilité d'artefact, et ex situ en fin d'expérience par SIMS. Dans les mêmes conditions, avec la multicouche CaO/Pd/Pd-Sr, il observe la transmutation du Sr_{88}^{38} en Mo_{96}^{42} . Le molybdène qui possède 7 isotopes naturels n'en présente quasiment plus qu'un dans cette expérience, montrant de manière inéquivoque que ce matériau a été fabriqué par transmutation à partir du strontium.

2.3.2 - Electrolyse

Yamada a observé la présence de baryum sur des électrodes de palladium après électrolyse en H_2O .

2.3.3 - Décharges plasma

Dash a montré dans des décharges plasmas en atmosphère deutérium sur des électrodes en uranium naturel et appauvri une augmentation de la radioactivité de l'uranium après 550 heures de fonctionnement. Il a observé une augmentation de la quantité de thorium-234. Il observe également une augmentation de l'émission $K\alpha$ et $K\beta$ de l'uranium

Ohmuri, a observé la formation de K-41 sur des électrodes de rhénium durant des décharges plasma en électrolyse haute tension.

Karabut mesure une émission de rayons-X de la surface d'une cathode de palladium et d'autres métaux, avec une énergie comprise entre 1.2 et 2.8 keV, alors que la tension de décharge est comprise entre 0.85 et 1.6 keV.

2.3.4 - Sonofusion

Par sonofusion, Arata a montré la production d'hélium-4, d'hélium-3 et de tritium. En faisant de la cavitation dans de l'eau lourde avec une cible d'argent.

Stringham montre la production d'He-3 et He-4 dans des expériences de cavitation en D_2O .

2.3.5 - Transmutations biologiques

Vysotskii a montré par SIMS . TOF l'apparition de Fe-54 dans des bactéries *Azotobakter chroococcum*.

2.4 - Le chargement en deutérium

Celani a montré que le rajout de chlorure de mercure avec de l'alcool deutéré permettait d'obtenir de forts taux de chargement dans l'électrolyse de fils de palladium de $50\mu m$ de diamètre

Biberian et Lonchamp ont montré une nouvelle voie de chargement du palladium en phase gaz avec un électrolyte solide polymère conducteur protonique .

Gamberale des laboratoires Pirelli, a montré une forte augmentation de la capacité calorifique des composés PdH_x à fort taux de chargement par électrolyse de fils de palladium.

Arata a montré que dans des amas de palladium de 5 nm dans ZrO₂, il obtenait des chargements PdH_x, avec x=3 pour une pression de 100 atmosphères.

Spallone a montré un taux de chargement proche de l'unité avec différents types d'électrolytes.

3 - Les théories

3.1 - Couplage phonons

Hagelstein du MIT a calculé qu'un couplage entre molécules D₂ dans une lacune octaédrique du palladium pouvait être en résonance avec un atome d'He-4 dans le réseau situé à une distance de l'ordre du µm par l'intermédiaire des phonons optiques du réseau. Il en déduit que pour réaliser la fusion du deutérium, il fallait la présence préalable d'He-4, et une excitation des phonons du palladium. Cela serait possible par diffusion du deutérium à travers une couche de potentiel chimique différent. Son modèle qui s'appuie sur un formalisme de mécanique quantique classique explique la quasi totalité des résultats expérimentaux observés.

3.2 - Ecrantage électronique

Del Giudice d'Italie a montré que des résultats expérimentaux par effet Hall datant de 1970 indiquent que le palladium chargé d'hydrogène PdH_x, avait un nombre d'électrons libres supérieur à 1 pour x>0.7 et pouvait atteindre 6 pour x=1.2. Alors qu'à faible concentration d'hydrogène, il y a 0.7 électrons dans la bande de conduction. La grande quantité d'électrons dans la bande conduction peut produire un écrantage favorisant les réaction D+D He-4.

3.3 - Domaines cohérents

Fleischmann l'un des deux découvreurs de la fusion froide avec Pons pense que des domaines cohérents de deutérium se produisent au sein du matériau, et que l'électrodynamique quantique explique les résultats de la fusion froide ; Tsuchiya propose un modèle de condensat de Bose dans des lacunes métalliques.

3.4 - Micro-cracks

Frisonne calcule que la probabilité d'une réaction D+D He-4 est augmentée de 2 à 3 ordres de grandeur dans des microcracks du palladium.

4 - Les enseignements

Cette conférence nous a montré que les points importants dans le succès d'une expérience de fusion froide étaient les suivants :

1. Il est nécessaire d'avoir une ou plusieurs interfaces entre des matériaux ayant des travaux de sortie ou des potentiels chimiques différents
2. Un flux de deutérium ou hydrogène créé soit de manière électrique à travers les couches, soit par champ électrique dans les couches elles mêmes, soit par diffusion gazeuse.
3. Un taux de chargement local important en deutérium ou hydrogène

5 - Conclusion

Cette neuvième réunion s'est achevée sur une note positive de la part des participants. Nous avons été satisfaits des progrès réalisés tant du point de vue théorique qu'expérimental. Les preuves de la réalité de cette nouvelle science ont été clairement apportées. Les dégagements de chaleur sont maintenant reproductibles, aussi bien dans les expériences d'électrolyse que dans celles de diffusion gazeuse, ou d'électromigration. Les « cendres nucléaires » sont de plusieurs natures : hélium-3 et hélium-4, tritium, transmutation et fission. Plusieurs théories sont proposées pour expliquer les mécanismes en jeu, mais c'est certainement celle de Hagelstein qui est la plus quantitative, en utilisant le formalisme de la mécanique quantique traditionnel appliqué au solide.

A titre personnel, ce qui m'a le plus marqué au cours de cette conférence est l'expérience de transmutation du césium et du strontium réalisée à Mitsubishi, dont l'importance est primordiale, et qui sera publiée au Japanese Journal of Applied Physics en juillet 2002. L'ensemble des résultats observés en couche mince ou dans des poudres est également très encourageant. Par ailleurs la théorie d'Hagelstein me paraît très séduisante, puisqu'elle donne une explication des phénomènes observés à ce jour, et indique quels sont les paramètres importants pour l'amélioration des résultats.

Cette nouvelle science qui concerne les réactions nucléaires en milieu condensés ne fait que commencer, il reste encore beaucoup de chemin à parcourir pour comprendre toutes les potentialités de ce nouveau domaine de la recherche. Les critiques qui avaient été apportées en 1989 n'ont plus de raison d'être, nous avons maintenant des expériences réalisées dans de nombreux laboratoires qui confirment les premiers travaux de Pons et Fleischmann. Les arguments théoriques qui avaient été avancés à l'époque pour rejeter les observations des deux électrochimistes ne sont pas valables, puisqu'ils

utilisaient des résultats théoriques et expérimentaux provenant des milieux dilués. Nous sommes ici dans un tout autre domaine de la science où des effets à n corps doivent être pris en compte : écrantage électronique dans les solides, couplage avec les phonons du réseau.

Il a été décidé :

- . La publication d'un ouvrage collectif de type « review book » regroupant les résultats les plus importants.
- . La création d'une revue spécialisée dont le titre serait : Journal of Condensed Matter Nuclear Science.
- . La création en parallèle d'une revue électronique.
- . La prochaine conférence ICCF10 sera organisée par le Professeur Peter Hagelstein du MIT de Boston, et devrait se dérouler en octobre 2003.