

Au sujet de la fusion nucléaire du deutérium dissout dans le palladium

Alors que le travail sur la « fusion froide » se poursuit dans la tranquillité des laboratoires, domaine qu'il n'aurait jamais dû quitter, l'auteur propose ici un schéma d'expérience.

Michel Buxerolle

Les excédents d'énergie constatés lors des expériences d'électrolyse d'eau lourde avec cathode en palladium ne semblent pas, huit ans après le rapport initial de Fleischmann et Pons, avoir reçu d'explication théorique satisfaisante.

Les dégagements d'énergie, dans de très petits volumes de palladium, sont confirmés par de nombreux expérimentateurs et suggèrent l'existence de réactions nucléaires, comme l'ont supposé, dès le début, Fleischmann et Pons. L'absence des produits résiduels de réactions nucléaires, ou les incertitudes sur leur présence, paraissent contredire cette hypothèse. Les différences d'échelle entre les phénomènes atomiques et les phénomènes nucléaires sont telles qu'il apparaît impossible d'envisager la catalyse d'une réaction nucléaire par voie chimique, ce qui semble justifier le scepticisme vis-à-vis de la fusion froide.

Cependant, l'explication de l'origine des dégagements d'énergie par des réactions nucléaires reste une hypothèse pratiquement incontournable...

La fusion directe de deux noyaux de deutérium libère une énergie importante,

environ 24 MeV, et ne laisse que de l'hélium comme cendre. Cependant, sa probabilité de réalisation est très faible et, l'hélium n'ayant pas d'état excité, la réaction s'accompagne de l'émission d'un photon pour des raisons de conservation de l'énergie. Les photons n'ont jamais été observés...

Si l'on veut maintenir l'hypothèse de réactions de fusion nucléaire, nous sommes donc amenés à supposer l'existence d'un processus complexe qui pourrait être réalisé grâce au palladium.

Lorsque celui-ci est chargé en deutérium, les deutérons occupent des positions géométriquement bien définies : sites octaédriques, sites tétraédriques. Les expérimentateurs ont constaté que les dégagements d'énergie étaient sensibles seulement lorsque le rapport de charge D/Pd, en nombre de noyaux, était proche de l'unité et dans tous les cas supérieur à environ 0,8. Il semble donc que le phénomène apparaisse lorsque presque tous les deutérons sont positionnés sur les sites tétraédriques. Plusieurs sites peuvent être alignés selon un axe commun. Si un ion hydrogénoïde, par exemple un proton, est créé au sein du réseau, il est entraîné, en quelque sorte canalisé, par la répulsion cou-

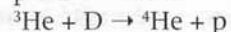
lombienne des noyaux de palladium vers l'emplacement des sites tétraédriques. Des protons peuvent être générés au sein du réseau par réaction $D(\gamma, n)p$ provoquée par un photon de haute énergie

($E > 2,23$ MeV) ou par une réaction $D(d, p)T$ induite par un méson mu-cosmique.

L'éventualité d'une réaction composite :

$p + D + D \rightarrow {}^4\text{He} + p$ peut alors être envisagée si la trajectoire du proton, après un parcours suffisamment long dans le réseau, devient colinéaire avec un alignement de sites tétraédriques.

Pour franchir les barrières du potentiel coulombien, l'énergie du proton doit être, en fin de parcours, supérieure ou de l'ordre de 2 MeV. Le processus passe par la formation d'un noyau intermédiaire d'hélium-3 qui devrait s'accompagner de l'émission d'un photon de 5,48 MeV :



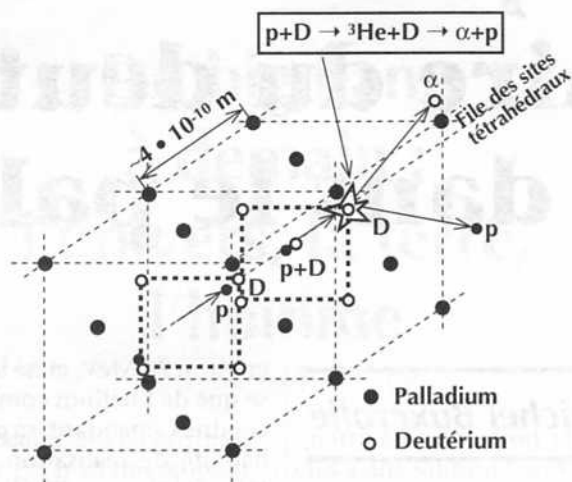
La section efficace de la réaction $D(p, \gamma){}^3\text{He}$ est extrêmement faible (un dizaine de microbarns à 2 MeV), quelque 7000 fois plus petite que la section géométrique du deutéron. Même lors d'un choc central, sa réalisation apparaît donc presque impossible. Cependant, l'on peut imaginer qu'avant un choc central le deutéron quitte le

site tétraédral à l'approche du proton, puisqu'ils ne peuvent pas cohabiter sur le même site, et soit suivi par celui-ci à une distance compatible avec la répulsion coulombienne et l'énergie mise en jeu. Le groupe, proton+deuteron, se déplaçant sur l'axe des sites tétraédraux, rencontre alors le deuteron suivant, amenant la formation du noyau d'hélium-3, suivie immédiatement de la réaction $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ dont la section efficace est élevée (quelques centaines de millibarns), voir **Figure 1**. Le photon de 5,48 MeV resterait virtuel, l'énergie disponible étant convertie en énergie cinétique répartie entre l'hélium-4 et le proton.

On peut noter qu'à la fin de la réaction composite, un proton est encore disponible pour initier une nouvelle réaction : on a donc les conditions d'un processus en chaîne capable, en théorie, de se reproduire indéfiniment tant qu'un proton n'est pas perdu. On peut même imaginer que dans certains cas le processus puisse être multiplicateur de manière analogue au processus de fission. Pour un proton incident d'environ 2 MeV, l'énergie moyenne des produits de la réaction est de l'ordre de 4 MeV pour la particule alpha et 22 MeV pour le proton.

Les hypothèses qui viennent d'être avancées expliquent bien les faits expérimentaux : nécessité d'un rapport de charge supérieur à 0,8, fonctionnement aléatoire par accès de puissance lorsqu'un proton amorce la chaîne de réactions (les «bursts» de Fleischmann et Pons), pas ou peu de produits résiduels, mis à part l'hélium-4. Les neutrons et le tritium qui sont parfois observés peuvent être imputés à des réactions parasites $D(d, n)^3\text{He}$ et $D(d,$

Figure 1



$p)^T$ qui surviennent à la suite d'un ratage de la réaction composite, le noyau d'hélium-3 n'ayant pas été formé.

Une expérience mettant en évidence la production d'hélium-4 est indispensable pour valider l'hypothèse de réactions nucléaires

de fusion dans le palladium. Il est possible, dans une expérience d'électrolyse d'eau lourde avec cathode en palladium, de procéder selon la manière exposée ci-dessous.

Au lieu d'une électrode pleine, on utilise une cathode creuse en forme de

doigt de gant **(Figure 2)** dont l'intérieur est en communication avec une enceinte E de petit volume, maintenue sous vide. Cette enceinte dispose d'un tube à décharge miniature T qui permet d'identifier l'hélium par spectroscopie. Un deuxième doigt de gant en palladium F ferme l'enceinte. On élimine le deutérium s'échappant de la cathode C en chauffant ce tube F par effet joule au moyen d'un courant électrique de forte intensité. Une pompe à vide P aspire le deutérium qui franchit la barrière de palladium ; on peut envisager de contrôler le rejet de la pompe pour détecter la présence éventuelle de tritium. Un détecteur de neutrons de grande sensibilité (compteur à trifluorure de bore 10 ou à hélium-3, entouré de polyéthylène) est disposé à proximité de la cuve d'électrolyse. Les mesures fournies par ce compteur sont enregistrées en permanence de manière à suivre l'évolution dans le

Figure 2

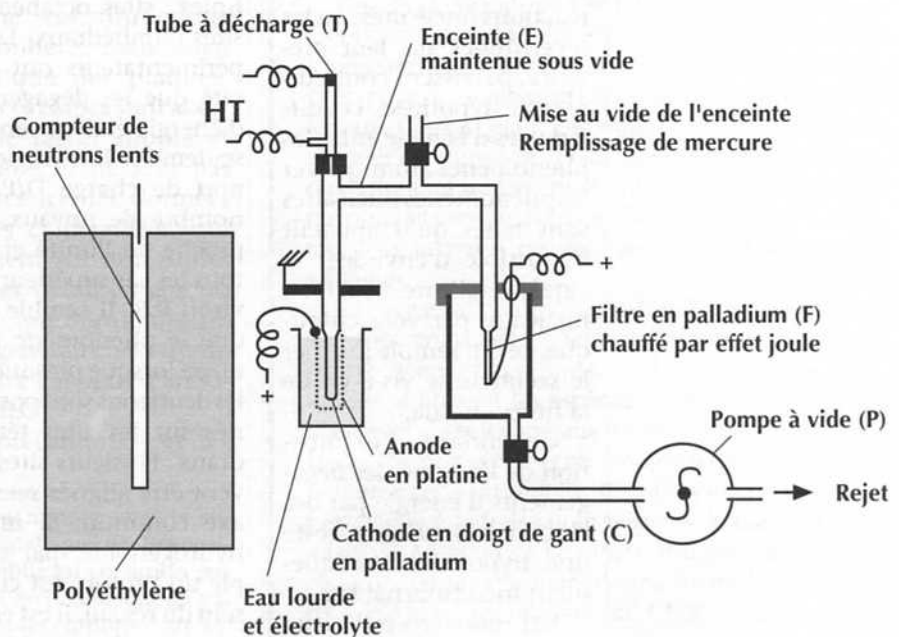
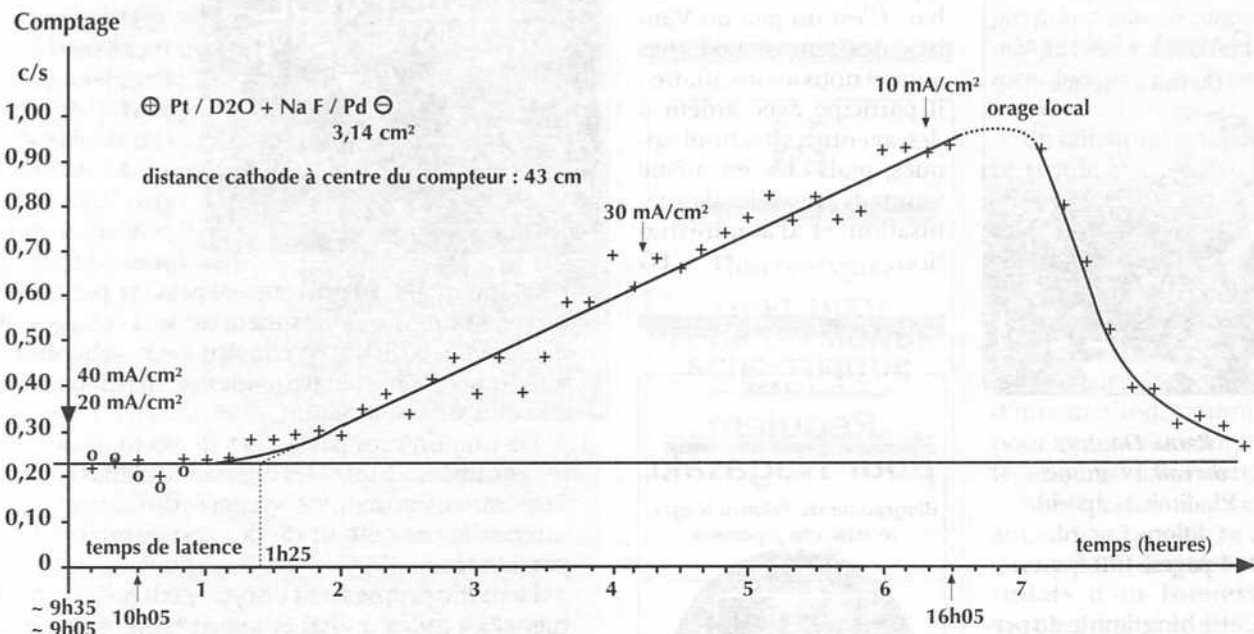


Figure 3



Le 17 avril 1989 et jusqu'au 18 avril : bruit de fond puis $i = 10 \text{ mA/cm}^2$ au moins 18 heures.
Le 18 avril : depuis $i = 10 \text{ mA/cm}^2$ à $i = 20 \text{ mA/cm}^2$ puis $i = 30 \text{ mA/cm}^2$.

Avis aux lecteurs qui nous ont envoyé des tribunes

Nous recevons de nombreuses propositions d'articles ou de tribunes et nous ne pouvons en publier qu'une très faible partie. Nous vous remercions donc de ne pas désespérer. A cette occasion, nous vous rappelons que les tribunes ayant le plus de chance de passer sont celles qui remplissent les conditions suivantes :

- tenir sur quatre pages de ce magazine au maximum ;
- ne pas être trop techniques (formules réduites au minimum) ;
- être replacées dans le cadre d'un débat par le biais d'une introduction générale.

temps d'une émission neutronique éventuelle. Dans une première phase, l'électrode C est conditionnée en la plaçant quelques jours dans une enceinte contenant du deutérium sous une pression de plusieurs bars, de manière à obtenir un rapport de charge initial d'environ 0,6. La cathode est ensuite placée dans l'eau lourde de la cuve et l'électrolyse est lancée avec un courant de charge de 10 à 20 mA.cm⁻². Dans ces conditions, il est possible d'obtenir un rapport de charge supérieur à 0,8 en une dizaine d'heures sans détérioration ni encrassement excessif de la surface du palladium. L'amorçage des réactions est réalisé au moyen d'une source de photons de haute énergie. Pour cela, on peut utiliser une source de neutrons américium-béryllium placée dans un bloc de polyéthylène recouvert de cad-

mium. On bénéficie ainsi des photons de haute énergie (4,4 et 7,6 MeV) des niveaux excités du carbone (noyau résiduel de la réaction alpha-neutron sur le béryllium), ainsi que des gammas de haute énergie résultant de la capture des neutrons lents par le cadmium. Cette source est présentée à proximité de la cuve, à intervalles de temps réguliers, le comptage des neutrons étant interrompu pendant son utilisation. S'il apparaît un amorçage des réactions, ce compteur, à sa remise en service, réagira et permettra de suivre l'évolution du phénomène. A la fin de l'expérience, le volume mort de l'enceinte E est rempli par du mercure de manière à chasser, dans le tube à décharge, l'hélium éventuellement produit.

L'analyse spectroscopique révélera alors son existence.