

Fusion froide : paria de la science

Edmund Storms a travaillé pendant trente-deux ans au laboratoire de Los Alamos, notamment sur les systèmes nucléaires compacts destinés à la propulsion dans l'espace. Depuis sa retraite en 1991, il suit de près le débat sur les phénomènes dits de fusion froide. Il en dresse un bilan.

EDMUND STORMS

On nous a appris que la science consistait à rechercher la vérité. Aux Etats-Unis, cette notion idéaliste correspond de moins en moins à la réalité. On peut trouver beaucoup d'exemples de cette dégradation, mais aucun ne peut surpasser celui fourni par l'attitude actuelle envers la découverte que l'on appelle généralement « fusion froide ».

Il y a neuf ans, deux scientifiques jusqu'alors assez conventionnels ont émis l'hypothèse que l'on pouvait provoquer des réactions nucléaires dans du palladium (Pd) contenant une forte concentration de deutérium (D). Les professeurs Stanley Pons et Martin Fleischmann s'engagèrent à démontrer la production d'énergie par ce qu'ils imaginaient être une

réaction de fusion entre deux noyaux de deutérium¹. Quand cette expérience s'avéra très difficile à reproduire et son résultat impossible à expliquer avec les modèles physiques traditionnels, la plupart des scientifiques rejetèrent les affirmations des deux chercheurs. Depuis lors, la part émotionnelle liée à ce rejet est telle que plusieurs chercheurs influents ont activement travaillé à empêcher la publication d'informations sur le phénomène, à décourager d'autres chercheurs d'y travailler, et ont présenté des informations fausses ou déformées à leurs collègues et aux médias.

Pourquoi des membres de la communauté scientifique, par ailleurs honnêtes et impartiaux, déploient-ils tant d'efforts pour arrêter le déve-

loppement d'une découverte hypothétique sur la nature ?

La réponse met en jeu trois facteurs : la nature non conventionnelle des hypothèses scientifiques, la façon dont les premières hypothèses furent rendues publiques et la tendance des médias à transformer une situation à leur propre avantage. Bien sûr, si les sceptiques ont raison et que les hypothèses relèvent de l'ineptie, alors tout cela devient sans importance. Je commencerai donc, avant d'examiner chaque point, par démontrer que certaines des affirmations sur l'existence d'une fusion froide reposent sur des phénomènes réels ou, au moins, assez réels pour mériter un examen plus approfondi.

Ces phénomènes sont constitués par une production d'énergie anormale qu'aucune source chimique classique ne permet d'expliquer, par la création d'éléments absents de l'environnement initial et par une émission de rayonnement qui ne peut résulter que d'une réaction nucléaire. On peut constater chacun de ces phénomènes aussi bien avec de l'hydrogène qu'avec du deutérium, dans différents matériaux et avec des techniques variées.

Les produits nucléaires sont l'hélium et le tritium, des atomes qui paraissent résulter de la fusion de divers noyaux lourds avec l'isotope d'hydrogène présent, et des atomes qui semblent provenir de la fission de divers noyaux lourds, tels que le palladium, en atomes plus petits. Le rayonnement a été détecté, chaque fois à un niveau très faible, sous forme de neutrons, de rayons gamma ou X et de particules chargées. Cet ensemble de phénomènes, qui suggère la création de réactions nucléaires dans un environnement chimique, devrait être suffisant pour soulever l'enthousiasme, même chez la



Les professeurs Stanley Pons et Martin Fleischmann.

personne la moins imaginative. Plutôt que de l'appeler fusion froide, je suggère le nom de réactions nucléaires chimiquement assistées (RNCA).

Je n'ai pas ici la place pour rendre justice aux plus de cinquante exemples de chaleur en excès, dont l'un obtenu en utilisant une réplique exacte de la cellule Pons-Fleischmann². Toutefois, je voudrais présenter l'étude extensive réalisée par le Stanford Research Institute (SRI), parce qu'elle est remarquablement complète et qu'elle utilise les meilleurs équipements.³ L'Electric Power Research Institute (EPRI) a investi plus de 6 millions de dollars pour obtenir cette information. L'institut japonais IMRA a continué à financer ces travaux au cours des trois dernières années, après le retrait de l'EPRI.

L'expérience du SRI

Dans l'expérience du SRI, on utilise un calorimètre à flux dans lequel l'eau circulante capture la chaleur produite par une cellule électrolytique contenant une cathode en palladium et un électrolyte à eau lourde. Bien que l'on puisse mesurer la production d'énergie en ne connaissant

que le débit d'eau et son changement de température, le calorimètre est calibré régulièrement sur une résistance électrique. On avait introduit un catalyseur dans la cellule, permettant de recombinaire O_2 ou D_2 en D_2O . La précision absolue est de l'ordre de ± 50 milliwatts, avec une stabilité encore meilleure. Dix-neuf échantillons de palladium ont produit un excès de chaleur. La **figure 1** reproduit un enregistrement typique de cet excès. Cet échantillon n'a permis de mettre en évidence aucun excès de chaleur jusqu'à ce que l'on augmente l'intensité du courant, après quatre cents heures d'expérience.

De plus, l'étude montre que certaines impuretés dans l'électrolyte amélioreraient les choses, qu'il faut dépasser un rapport de charge moyen D/Pd et que certains lots de palladium sont plus actifs que d'autres. Cette étude contribue, avec d'autres, à démontrer que la nature du palladium, et notamment les impuretés de surface, détermine si l'on peut obtenir un excès d'énergie. Malheureusement, il est bien connu que le palladium est inhomogène ; en conséquence, il est difficile d'en obtenir des lots dont le niveau d'impuretés soit fixe, au moins à des niveaux requis pour l'étude de ce phénomène.

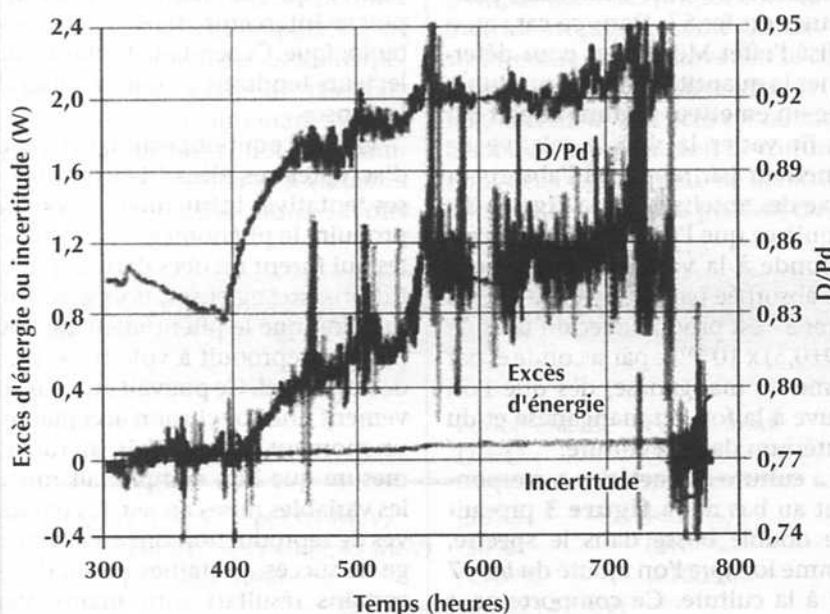
Par ailleurs, le Clean Energy Technology Inc. (CETI)⁴ et E-Quest⁵ ont développé des technologies permettant de produire de la chaleur. Elles sont reproductibles et commencent à susciter un certain intérêt commercial. Le CETI produit de la chaleur en utilisant un électrolyte à eau légère associé à une cathode complexe en nickel, alors qu'E-Quest charge le palladium et d'autres métaux avec du deutérium en utilisant la cavitation ultrasonique de l'eau lourde (D_2O). Ces deux méthodes continuent à produire les signes correspondant à diverses réactions nucléaires.

Les produits nucléaires

Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène que l'on ne peut produire que dans une réaction nucléaire. On recense des dizaines d'articles prétendant avoir réussi à le produire dans un environnement chimique. Ils ont tous été rejetés par les sceptiques, selon lesquels le tritium était présent dès le départ dans le palladium. Cette attitude a entraîné plusieurs études menées sur le palladium commercial.⁶ Aucune n'a pu mettre en évidence une contamination par le tritium. Le Dr Tom Clayton, du Los Alamos National Laboratory (LANL), a réalisé un travail très complet pour éliminer toutes les sources possibles de contamination par le tritium.⁷ Malgré tout, il arrive encore à produire du tritium avec une décharge électrique de faible voltage dans un gaz de deutérium, en utilisant une cathode de palladium. Là encore, la réussite dépend beaucoup de la nature du palladium.

L'un des principaux produits nucléaires associés à la production d'énergie dans le D_2O est l'hélium. Les sceptiques rejettent ce fait en estimant que l'hélium mesuré provient d'une intrusion d'air dans l'appareil (l'air contient 6 ppm — parties par million — d'hélium). Des études plus récentes ont écarté cette possibilité en mesurant la présence d'argon, qui devrait également entrer avec l'air. Il existe maintenant six études^{8,9,10,11}, dont plusieurs n'ont pas encore été publiées, qui rapportent la présence d'hélium sans argon. Plusieurs de ces mesures d'hélium sont presque cohérentes avec l'énergie en excès, si l'on se base sur une réaction de fu-

Figure 1 - Enregistrements typiques d'excès d'énergie par le calorimètre du SRI



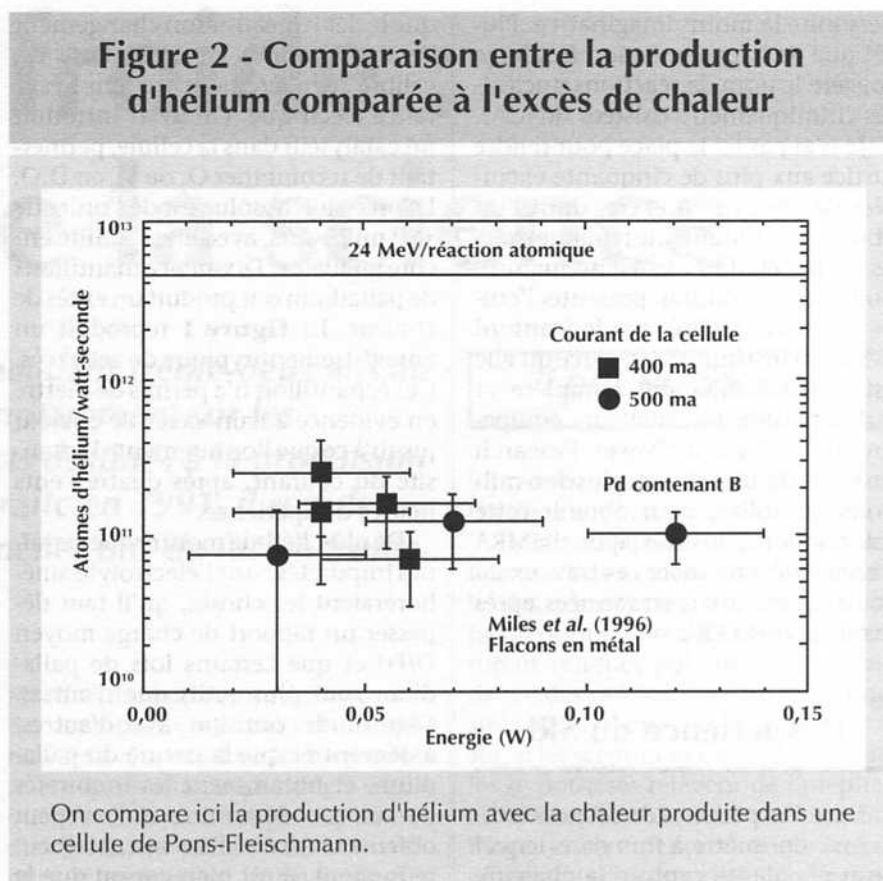
sion D-D dont on montre un exemple en **figure 2**. Le Dr Yoshiaka Arata, de l'université d'Osaka, fut le premier à trouver de l'hélium 3 en plus de l'hélium 4 habituel. Bien que cet isotope léger soit plus difficile à isoler des autres espèces dans un spectromètre de masse, sa présence conforte beaucoup l'hypothèse d'une réaction nucléaire inhabituelle.

De plus en plus, des chercheurs affirment être en présence de réactions nucléaires provoquées par la fission d'un ou plusieurs atomes métalliques dans la cellule électrolytique. Cette réaction dite de transmutation est même proposée comme méthode potentielle afin de neutraliser rapidement des isotopes radioactifs. Le Pr George Miley, de l'université de l'Illinois¹², a étudié ces réactions en utilisant une cellule similaire à celle du CETI. Le Dr Tadahiko Mizuno, de l'université d'Hokkaido¹³, a clairement constaté un effet de transmutation dans une cellule fonctionnant sur la conduction d'un proton dans un semi-conducteur. Un nombre croissant d'autres chercheurs ont également observé cet effet. Un laboratoire qui s'intitule le « Groupe de Cincinatti »¹⁴ a prétendu être capable de transmuter de grandes quantités de thorium et d'autres matériaux radioactifs pour les rendre non radioactifs. Les premiers résultats impressionnants ont encouragé le groupe à vendre des kits d'expérience aux personnes souhaitant la reproduire.

Bien que la plupart de ces travaux ne soient pas encore publiés, les affirmations qu'ils contiennent sont cohérentes et reposent sur un travail sophistiqué.

Réactions nucléaires induites par la biologie

On a prétendu par le passé que les systèmes vivants pouvaient provoquer des réactions nucléaires lorsque des éléments nécessaires étaient absents de leur régime alimentaire.¹⁵ Ce n'est que récemment que l'on a pu mettre cette hypothèse à l'épreuve en utilisant des techniques analytiques modernes. Le professeur japonais H. Komaki a examiné différentes cultures de levures et de bactéries, en cherchant à voir si elles étaient capables de fabriquer les éléments néces-



saires à leur croissance à partir d'autres atomes présents dans les cultures.¹⁶ Il fournit des preuves de production de calcium, de potassium, de magnésium et de manganèse.

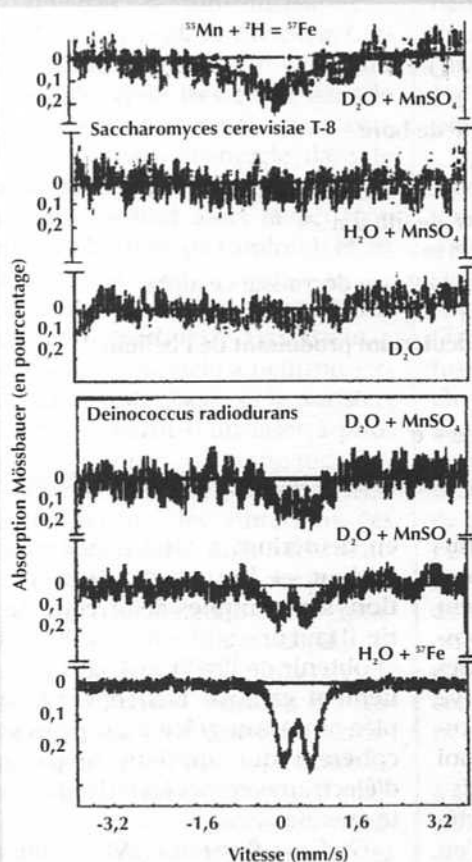
Une démonstration particulièrement probante a eu lieu récemment en Russie. Ce travail démontre clairement, dans plusieurs cultures de bactéries et de levures, la fusion entre le manganèse 55 et le deutérium pour donner du fer 57. Dans ce cas, on a utilisé l'effet Mössbauer pour déterminer la quantité de fer 57 produite, avec un émetteur gamma cobalt 57. On fit varier la vitesse relative de l'émetteur par rapport à l'absorbeur (l'axe des abscisses sur la **figure 3**), jusqu'à ce que l'énergie gamma corresponde à la valeur acceptée pour être absorbée par le noyau de fer 57. Le fer 57 est produit avec un taux de $(1,9 \pm 0,5) \times 10^{-8}$ ⁵⁷Fe par seconde et par atome de manganèse, dès que l'on trouve à la fois du manganèse et du deutérium dans la culture.

La culture de bactéries correspondant au bas de la **figure 3** produit une double bosse dans le spectre, comme lorsque l'on ajoute du fer 57 pur à la culture. Ce comportement signifie que le fer 57 créé par réaction nucléaire et le fer 57 ajouté à la cultu-

re occupent le même environnement chimique. Néanmoins, celui-ci est différent de celui qui est représenté en haut de la **figure 3**. Il est important de comprendre que cette étude utilise des méthodes conventionnelles bien comprises qui ne sont sensibles qu'au fer 57 et ne peuvent donner de résultat faussement positif. Il est donc difficile de s'empêcher de penser qu'une réaction nucléaire puisse intervenir dans un système biologique. Cependant, la plupart des lecteurs tendront à vouloir éviter de le penser.

Qu'est-ce qui empêche tant de gens d'accepter ces idées ? Les nombreuses tentatives infructueuses pour reproduire le phénomène, surtout celles qui furent menées dans des institutions prestigieuses, donnent l'impression que le phénomène ne peut pas être reproduit à volonté et n'est donc pas réel. Ce pourrait être effectivement une conclusion acceptable à un moment donné. Mais, au fur et à mesure que l'on comprenait mieux les variables mises en jeu, les tentatives de reproduction ont eu davantage de succès. Certaines méthodes et certains résultats sont maintenant assez facilement reproductibles par des expérimentateurs habiles.

Figure 3 - Analyse de Mössbauer du fer 57



Contrôler les variables

Quelques méthodes continuent à donner des résultats non prédictibles et certains des succès rapportés sont probablement dus à des erreurs expérimentales. Beaucoup de résultats négatifs peuvent maintenant s'expliquer par la difficulté qu'il y a à comprendre et à contrôler des variables importantes¹⁸. Ainsi, nous savons

désormais que l'on ne peut obtenir d'effet nucléaire dans une cellule électrolytique à cathode en palladium lorsque l'on ajoute trop d'eau normale (H_2O) à l'eau lourde (D_2O). Les premières études ayant abouti à des résultats négatifs utilisaient des cellules ouvertes qui absorbaient H_2O à partir de l'atmosphère.

Bien sûr, l'erreur stochastique peut encore jouer un rôle, mais les progrès dans la compréhension du phénomène permettent de dire que ce n'est pas la cause principale des résultats positifs. Ce n'est pas non plus faute de considérer l'effet Faraday dans les cellules ouvertes, importante source d'erreur dans les mesures calorimétriques, comme l'affirment Jones *et al.*¹⁹, parce que la plupart des travaux récents sont menés sur des cellules fermées ou mesurent le taux de recombinaison.

Lorsqu'une réaction de fusion est produite à haute température dans un

plasma, par exemple dans un tokamak, on trouve en proportions égales des neutrons et du tritium. Les réactions RNCA, par contre, n'en produisent pas dans des proportions et des flux identiques, comme on devrait s'y attendre si elles suivaient le comportement de la fusion chaude. En fait, la chaleur en excès est rarement associée à la production de tritium et l'on détecte fort peu de neutrons. Lorsque l'expérience produit du tri-

tium, le rapport neutrons/tritium est inférieur à 10^{-6} et les neutrons de 14 MeV issus de la fusion D+T sont absents. Les seuls produits associés à la production d'énergie à partir de deutérium sont l'hélium 4 et un peu de rayonnement électromagnétique. Ces observations sont résumées dans le **tableau 1**.

La production d'hélium 4 dans un plasma s'accompagne toujours d'une émission gamma à 24 MeV. Nombreux sont ceux qui rejettent les réactions RNCA parce que l'on n'observe jamais ce rayonnement. Ils ne prennent pas en considération les cinq autres réactions pouvant produire de l'hélium sans rayonnement gamma, mentionnées dans le **tableau 2**. Chacune de ces possibilités repose sur une base théorique et est, dans certains cas, soutenue par l'expérience. On ne peut donc rejeter la production d'hélium sous prétexte que l'on n'observe pas de rayonnement gamma. On devrait au contraire s'en réjouir !

Selon la théorie dominante, la barrière de Coulomb ne peut être franchie avec des énergies aussi faibles que celles qui sont mises en jeu dans une structure chimique. Si les RNCA existent, c'est donc qu'il existe un mécanisme ne nécessitant pas de fortes énergies, ne suivant pas les voies habituelles de la fusion et capable d'absorber l'énergie nucléaire résultante sans produire de rayonnement. C'est demander beaucoup.

Pire encore, la production d'énergie à partir d'hydrogène léger et les réactions de transmutation récemment découvertes introduisent une nouvelle gamme de problèmes qui défient toute explication. Nous avons alors le choix entre accepter le point de vue conventionnel et rejeter toutes les observations expérimentales sur les RNCA, ou bien rechercher de nouvelles théories prenant en compte les caractéristiques nouvelles de l'environnement chimique sans rien rejeter. En d'autres termes, les résultats obtenus à haute énergie sont corrects dans leur environnement spécifique (tokamak par exemple), et ceux des RNCA le sont également dans le leur.

La plupart des nouvelles explications suivent cette approche. On ne manque pas, en effet, de possibilités et nous en discuterons certaines ci-dessous. Le défi consiste à démontrer laquelle est correcte.

Tableau 1 - Nature de la réaction de fusion

	Fusion chaude D + D	Fusion froide >2 keV <1 eV
→ T(1,0 MeV) + p(3,05 MeV)	(50%)	(<0,1%)
→ ^3He (0,82 MeV) + n(2,45 MeV)	(50%)	(≤10 ⁻⁶ %)
→ ^4He + γ(24 MeV)	(<10 ⁻³ %)	(≈100%)
D + T → ^4He + n(14 MeV)		

Origines du scepticisme

Il est impossible de comprendre, et encore moins de modifier, la situation actuelle sans faire allusion aux raisons psychologiques qui sont à l'origine du scepticisme actuel. Les professeurs Pons et Fleischmann sont deux chimistes entrés par la « petite porte » dans le monde très fermé de la physique nucléaire. Pour aggraver les choses, ils ont annoncé leur découverte par les médias plutôt que par le biais de journaux scientifiques à comité de lecture. Ensuite, ils ont exagéré la facilité à reproduire les résultats et ont commis au moins une erreur technique. Enfin, leurs affirmations, si elles étaient avérées, saperaient les fondations d'un puissant secteur de la recherche qui tente de produire l'énergie de fusion depuis au moins quarante ans, avec d'énormes budgets et un succès limité. D'autres industries du secteur de l'énergie souffriraient également de l'avènement de la fusion froide. Les scientifiques seraient obligés de changer ou d'abandonner une grande partie de leur compréhension durement acquise des interactions nucléaires, compréhension qui paraît très solide. Le gouvernement américain ne peut désormais plus admettre que l'effet est réel sans embarrasser sérieusement le ministère de l'Energie, le Bureau des brevets et de nombreux chercheurs renommés.

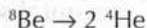
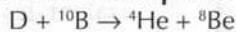
Plus d'une centaine d'explications ont été proposées pour les RNCA, la plupart d'entre elles sans grande utilité, voire sans aucun rapport avec la réalité. Ce genre de secteur de recherche nouveau, où les règles habituelles ne semblent pas s'appliquer, attire beaucoup de gens qui préfèrent vivre dans leur monde plutôt que de se confronter à la réalité. Cependant, plusieurs modèles semblent offrir des idées pertinentes, bien que partielles, sur les processus à l'œuvre. Beaucoup de ces modèles ont été changés et améliorés au long des années. Malheureusement, nombre de théories touchent au processus nucléaire en ignorant l'environnement très spécial dans lequel ces réactions interviennent. Enfin, la plupart des modèles sont encore en contradiction avec certaines des observations expérimentales ou bien reposent sur des hypothèses non confirmées par l'observation.

Tableau 2 - Réactions pouvant produire de l'hélium sans émission gamma

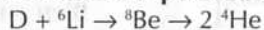
1. Fusion multiple



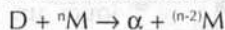
2. Réaction avec une impureté de bore



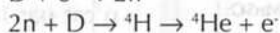
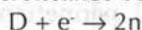
3. Réaction avec une impureté de lithium



4. Fusion avec un métal entraînant une décroissance alpha



5. Disparition de l'atome de deutérium produisant de l'hélium et une décroissance beta



Du fait que les événements nucléaires interviennent dans un nombre variable de sites aléatoires au sein du matériau, il n'est pas encore possible d'établir, malgré de nombreuses tentatives, de relation quantitative entre la théorie et l'observation. Aucune théorie n'a pu expliquer pourquoi seuls quelques rares sites sont actifs ; aucune n'a pu prédire leurs caractéristiques chimiques autrement qu'en termes très généraux. Quelques exemples sont résumés ci-dessous pour donner une première idée des approches. Il est encore très risqué de suggérer, sans envenimer le débat, lesquelles apparaissent justes ou fausses. Je précise donc que ni le choix des exemples ni leur ordre de présentation ne représentent un jugement de valeur. V. Chechin a fourni une analyse courageuse de plusieurs théories.²⁰

Revue des modèles théoriques

Scott et Talbot Chubb (Oakton International Corp., Arlington, Va.).²¹ Ce modèle utilise la théorie des bandes ioniques, qui implique des états de Bloch tridimensionnels pour expliquer le processus de fusion. Le noyau de deutérium est considéré comme une onde, qui ne présente alors plus de barrière de charge. La fusion intervient lorsque des ondes D^+ - D^+ se recouvrent, quand la concentration

en deutérium a atteint une valeur critique et lorsque d'autres conditions sont remplies. Selon cette théorie, il faut une taille critique du cristal et obtenir de l'hélium 4 sans rayonnement gamma. L'énergie est couplée au réseau grâce à un processus cohérent qui implique le passage d'électrons vers des états de plus haute énergie.

Giuliano Preparata (INFN, Italie).²² En utilisant l'électrodynamique quantique, ce modèle suppose que des champs de plasma cohérents existent au sein d'une structure cristalline. En d'autres termes, le champ agit comme les lasers à électrons qui sont complètement contenus dans la structure. Ces champs se combineraient pour faire sauter la barrière de Coulomb d'un nombre suffisant de noyaux de deutérium pour permettre des réactions de fusion.

Avec ce modèle, les réactions de fusion doivent avoir lieu sur les sites tétraédriques lorsque la concentration en deutérium atteint une valeur très élevée. L'énergie fournie est absorbée par les champs cohérents qui émettent alors des rayons X.

Yu. Bazhutov (centre Erzion, Moscou).²³ De petites quantités d'hadrons stables et massifs seraient présentes dans toute la matière. Sous certaines conditions, ces particules peuvent être libérées de leur état lié et catalyser des réactions nucléaires. Joseph McKibben (Los Alamos National Laboratory)²⁴ a utilisé une approche similaire en proposant la présence de particules à charge fractionnaire. Ces parti-

cules peuvent stabiliser des noyaux inhabituels qui agissent chimiquement comme la matière normale mais, lorsqu'ils sont déstabilisés, peuvent produire de l'énergie en catalysant diverses réactions nucléaires.

X.Z. Li (université de Tsinghua, Chine).²⁵ Selon ce modèle, il existe un niveau d'énergie très étroit dans le noyau. Ce niveau peut résonner avec certains niveaux d'énergie dans le réseau atomique environnant. Ce processus permet alors la pénétration de la barrière de Coulomb et les réactions nucléaires.

Peter Hagelstein (Massachusetts Institute of Technology).²⁶ Hagelstein a remplacé son modèle à neutron virtuel par un autre basé sur le transfert d'énergie à partir d'un laser à phonons ou d'une forte résonance faisant entrer le réseau en vibrations. En d'autres termes, les vibrations des atomes individuels, dues à leur température, se combinent pour produire des poches d'énergie (température) plus élevée. L'énergie s'accumule dans les bandes de phonons par des changements non linéaires de fréquence, ce qui entraîne des fluctuations dans le spectre des phonons. Cette énergie est transférée à quelques atomes par le processus vibratoire habituel, ce qui fait que les noyaux adjacents peuvent s'approcher avec une énergie suffisante pour provoquer diverses réactions nucléaires et des transmutations.

Le modèle à « tremblement de réseau » d'Arata²⁷ présente des caractéristiques similaires. Yan Kucherov (ENECO)²⁸ a employé des phonons pour accumuler l'énergie directement dans les bandes de divers noyaux métalliques, énergie relâchée ensuite par émission alpha ou par fission.

Randell Mills (Blacklight Power).²⁹ Selon ce modèle, tous les isotopes de l'hydrogène ont des niveaux d'énergie fractionnaires inférieurs à ceux qui sont décrits par la théorie quantique classique. Les électrons peuvent accéder à ces niveaux d'énergie si l'énergie, alors libérée, trouve un récepteur convenable et disponible pour la stocker. Par conséquent, dans certaines conditions, l'énergie peut être libérée par formation d'atomes d'hydrogène dégonflés qu'on appelle hydrinos. Ces atomes d'hydrogène plus petits quittent le système et retournent ensuite à leur taille et énergie initiales. Il s'agirait donc d'un processus de transfert d'énergie et

non de réaction nucléaire.

Cependant, on peut parfois trouver du tritium lorsque l'effondrement complet de l'atome produit un neutron qui réagit avec un noyau de deutérium. Jacques Dufour (Shell, France)³⁰ et Yi-Fang et Zheng-Rong (université de Yunnan, Chine) ont élaboré des variations sur cette approche.

Hideo Kozima (université Shizuoka, Japon).³¹ Cette théorie considère que les neutrons thermiques sont piégés dans le cristal où ils peuvent, dans certaines conditions, interagir avec les noyaux. C'est le modèle TNCF (Trapped Neutron Catalyzed Fusion, fusion catalysée par neutron piégé). On pense que les neutrons sont stabilisés en formant des paires de Cooper et en agissant comme des ondes de Bloch, qui empêchent la décroissance neutronique normale, ainsi que l'interaction avec les noyaux adjacents, tant que le cristal ne subit pas de grosse perturbation. On imagine que cette perturbation est provoquée par les impuretés de surface dont certaines réagissent ensuite avec les neutrons libérés.

Y. E. Kim (université Purdue, États-Unis).³² Il ne s'agit pas ici d'un modèle général, mais d'un calcul plus exact de l'amplitude de la barrière coulombienne, réalisé à l'aide de méthodes conventionnelles. L'analyse conclut que la pénétration de la barrière, dans le cas de la fusion, est plus facile qu'on ne l'imaginait jusqu'ici, mais pas aussi facile que cela serait nécessaire pour expliquer les RNCA.

Beaucoup de modèles proposent des processus de résonance, mais ils divergent quant à la nature de ce qui résonne, et quant à la façon dont la structure de résonance interagit avec le noyau. Les Chubb imaginent une interaction directe entre ondes deutérium ; Preparata une structure électronique de nature ondulatoire qui neutralise la barrière coulombienne ; Kucherov et Li considèrent que l'énergie vibratoire de la structure atome-électron augmente directement l'énergie du noyau, provoquant ainsi une déstabilisation ; Hagelstein et Arata estiment que cette énergie vibratoire provoque une interaction nucléaire directe entre les noyaux adjacents. Dans chaque modèle, c'est la structure résonante qui se charge d'emporter l'énergie nucléaire résultante, celle-ci étant ensuite dissipée à travers le réseau sous forme de cha-

leur et de rayons X.

Les modèles proposés par Mills et Dufour, qui impliquent un changement d'état énergétique et de taille de l'atome d'hydrogène, ne peuvent être classés dans les RNCA, à moins que le changement aboutisse à une réaction nucléaire. Bien que la plupart des exemples de production de chaleur ne soient pas cohérents avec ce modèle, on trouve quelques résultats qui le sont. Il existe peut-être plusieurs mécanismes possibles, selon les conditions de l'expérience.

Les distorsions médiatiques

Le dernier aspect à examiner, et non des moindres, est le rôle joué par les médias. Pour ce faire, nous allons considérer deux des plus récents programmes consacrés au sujet aux États-Unis : le programme télévisé *Junk Science*, diffusé à deux reprises sur ABC³³, et l'article du *New York Times* sur la fermeture du laboratoire New Hydrogen Energy (NHE) au Japon.³⁴

Dans *Junk Science* (Science poubelle), le journaliste John Sossel dépeint Pons et Fleischmann comme deux hommes tellement brûlés par le désir de renommée qu'ils furent trompés par leurs résultats. La vérité est très différente. En fait, ces deux chercheurs ne souhaitaient pas du tout rendre publics leurs travaux parce qu'ils savaient qu'ils nécessitaient encore beaucoup de justifications. Pour obtenir des fonds leur permettant de continuer ces travaux, ils s'adressèrent au ministère américain de l'Énergie. Ceci alerta le professeur Steven Jones de l'université Brigham Young qui s'intéressa alors à leur travail. C'est ainsi que fut lancée la triste chaîne des événements, décrits avec précision dans plusieurs livres.^{35,36}

C'est le président de l'université d'Utah qui imposa, malgré les objections des chercheurs, l'organisation d'une conférence de presse afin d'attirer l'attention sur son université plutôt que sur Brigham Young. Cela entraîna la publication prématurée de l'article de Fleischmann et Pons. Une fois que les affirmations de ces derniers furent connues dans le monde scientifique et politique, leurs implications étaient potentiellement si importantes qu'elles attirèrent

massivement l'attention des chercheurs et de la presse, ce qui fut une réaction parfaitement normale et prévisible mais qui court-circuita le processus normal de relecture par des pairs.

Une autre distorsion plus récente est apparue dans le *New York Times* qui donna l'impression, dans l'article cité, que le laboratoire public NHE avait été fermé parce que les Japonais n'étaient plus intéressés par les RNCA. En réalité, il était prévu dès sa naissance que le laboratoire fermerait le 31 mars 1998, en tenant compte d'une extension d'une année par rapport aux prévisions initiales. C'était le secteur industriel qui devait alors prendre la suite. Malheureusement, le laboratoire NHE ne put démontrer la présence de chaleur en excès, bien qu'il ait mis en évidence la présence de plusieurs produits nucléaires. D'autres laboratoires japonais ont mieux réussi et continuent à travailler sur le phénomène.

Le lecteur pourra se demander

pourquoi la vérité est tellement déformée par les médias.

Question au lecteur

Après avoir examiné ce bref résumé de la situation, le lecteur devrait ensuite considérer les implications de ce phénomène et les conséquences de la façon dont il a été traité par l'establishment scientifique, les médias et les pouvoirs publics. Que peut-on dire de la santé de la science lorsque de grands chercheurs et les plus prestigieuses sociétés scientifiques rejettent un phénomène sans avoir examiné honnêtement les évidences ? On ne manque pas d'exemples historiques sur la façon dont des idées nouvelles correctes sont rejetées par la science traditionnelle.³⁷ Chaque génération pense que l'objectivité s'est améliorée mais est toujours déçue par les réactions que suscite la découverte suivante. En dehors de la

tendance naturelle de certaines personnes à combattre le changement, les sceptiques utilisent deux poids deux mesures. Ils veulent que toute nouvelle affirmation soit prouvée selon leurs critères mais ils refusent de prendre des responsabilités dans ce processus.

On entend ainsi souvent le cliché selon lequel des affirmations extraordinaires nécessitent des preuves extraordinaires. On néglige ainsi le fait que la non-croyance est aussi fréquemment fautive que la croyance. Une recherche de la réalité nécessite donc la confrontation entre deux points de vue. On ferait mieux de dire que des affirmations extraordinaires nécessitent un effort extraordinaire de chacun pour trouver la vérité. C'est cet effort commun qui doit être appliqué aux RNCA.

Les lecteurs désirant explorer ce phénomène trouveront une revue très complète dans le *Journal of Scientific Exploration*³⁸ ; ils pourront obtenir une bibliographie chez Dieter Britz³⁹ ou Hal Fox⁴⁰.

Références

1. M. Fleischmann et S. Pons, « Electrochemically Induced Nuclear Fusion of Deuterium », *J. Electroanal. Chem.*, 261, 1989, 301 ; M. Fleischmann et S. Pons, « Calorimetry of the Pd-D₂O System : From simplicity Via Complications of Simplicity », *Phys. Lett. A*, 176, 1993, 118 ; M. Fleischmann et S. Pons, « Calorimetric Measurements of the Palladium/ Deuterium System : Fact and Fiction », *Fusion Technol.*, 17, 1990, 669.
2. G. Lonchamp, « Reproduction of Fleischmann and Pons Experiments », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.1, p.113.
3. M. McKubre, B. Bush, S. Crouch-Baker, A. Hauser, N. Jevtic, S. Smedley, M. Srinivasan, F. Tanzella, M. Williams et S. Wing, « Loading, Calorimetric and Nuclear Investigation of the D/Pd System », *Proc. Fourth International Conference on Cold Fusion*, Lahaina, Maui, 6-9 décembre 1993, EPRI TR-104188-V1, 1994, publié par l'Electric Power Research Institute, 3412 Hillview Ave., Palo Alto, Calif., 94304, Vol.1, p.5 ; M.C.H. McKubre, S. Crouch-Baker, F.L. Tanzella, S.I. Smedley, M. Williams, S. Wing, M. Maly-Schreiber, R.C. Rocha-Fiho, P.C. Searson, J.G. Pronko et D. Kohler, « Development of Advanced Concepts for Nuclear Processes in Deuterated Metals », Final Report, EPRI TR-104195, août 1994.
4. M. Jim Redding, One Lincoln Center, 5400 LBJ Freeway, Suite 950, Dallas, TX75240, Etats-Unis, (214) 982-8340.
5. M. Russ George, E-Quest Technology, P.O. Box 60642, Palo Alto, Calif., 94036, Etats-Unis, (415) 493-4515.
6. K. Cedzynska et F.G. Will, « Closed-System Analysis of Tritium in Palladium », *Fusion Technol.*, 22, 1992, 156 ; K. Cedzynska, S.C. Barrowes, H.E. Bergeson, L.C. Knight et F.G. Will, « Tritium Analysis in Palladium with an Open System Analytical Procedure », *Fusion Technol.*, 20, 1991, 108.
7. T.N. Claytor, D.D. Jackson et D.G. Tuggle, « Tritium Production from a Low Voltage Deuterium Discharge on Palladium Discharge on Palladium and Other Metals », <http://www.nde.esa.lanl.gov/cf/tritweb.htm>.
8. D. Gozzi, R. Caputo, P.L. Cignini, M. Tomelli, G. Gigli, G. Balducci, E. Cisbani, S. Frullani, F. Garibaldi, M. Jodice et Urciuoli, « Helium-4 Quantitative Measurements in the Gas Phase of Cold Fusion Electrochemical Cells », *Proc. Fourth International Conference on Cold Fusion*, Lahaina, Maui, 6-9 décembre 1993, EPRI TR-104188-V1, 1994, publié par l'Electric Power Research Institute, 3412 Hillview Ave., Palo Alto, Calif., 94304, Vol.1, p.6 ; D. Gozzi, P.L. Cignini, L. Petrucci, M. Tomellini et G. De Maria, « Evidences for Associated Heat Generation and Nuclear Products Release in Pd Heavy-Water Electrolysis », *Il Nuovo Cimento*, 103, 1990, 143.
9. B.F. Bush et J.J. Lagowski, « Nuclear Products Associated with the Pons and Fleischmann Effect : Helium Commensurate to Heat Generation, Calorimetry and Radiation », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.622.
10. B.F. Bush, J.J. Lagowski, M.H. Miles et G.S. Ostrom, « Helium Production During the Electrolysis of D₂O in Cold Fusion », *J. Electroanal. Chem.*, 304, 1991, 271 ; B.F. Bush, J.J. Lagowski et M.H. Miles, « Anomalous Effects Involving Excess Power Radiation, and Helium Production During D₂O Electrolysis Using Palladium Cathodes », *Fusion Technol.*, 25, 1994, 478 ; M.H. Miles et B.F. Bush, « Heat and Helium Measurements in Deuterated Palladium », *Trans. Fusion Technol.*, 26, #4T, 1994, 156.
11. Y. Arata et Y.-C. Zhang, « Cold Fusion Reactions Driven by 'Latticequake' », *Proc. Japan Acad.*, 71B, 1995, 98.
12. G. Milley « Nuclear Transmutations in Thin-Film Nickel Coatings Undergoing Electrolysis », *Infinite Energy*, 2, 1996, 19.
13. T. Mizuno, T. Ohmori, T. Akimoto, K. Kurokawa, M. Kitaichi, K. Inoda, K. Azumi, S. Simokawa et M. Enyo, « Isotopic Distribution for the Elements Evolved in Palladium Cathode after Electrolysis in D₂O Solution », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.665.
14. The Cincinnati Group, *Infinite Energy*, 3, 1997, 16.

15. L. Kervran, *Biological Transmutations*, Swan House Publishing Co., P.O. Box 638, Binghamton, N.Y. 13902, Etats-Unis, 1972.
16. H. Komaki, « Observations on Biological Cold Fusion or the Biological Transformation of Elements », *Proc. Fourth International Conference on Cold Fusion*, Lahaina, Maui, 6-9 décembre 1993, EPRI TR-104188-V1, 1994, publié par l'Electric Power Research Institute, 3412 Hillview Ave., Palo Alto, Calif., 94304, p.44.
17. V.I. Vysotskii, A.A. Kornilova et I.I. Samoylovenko, « Experimental Discovery of Phenomenon of Low-Energy Nuclear Transformation of Isotopes (Mn-55 = Fe-57) in Growing Biological Cultures », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.687.
18. E. Storms, « How to Produce the Pons-Fleischmann Effect », *Fusion Technol.*, 29, 1996, 261.
19. J.E. Jones, L.D. Hansen, S.E. Jones, D.S. Shelton et J.M. Thorne, « Faradaic Efficiencies Less Than 100% during Electrolysis of Water Can Account for Reports of Excess Heat in 'Cold Fusion' Cells », *J. Phys. Chem.*, 99, 1995, 6973.
20. V. Chechin, M. Tsarev, M. Rabinowitz et Y.E. Kim, « Critical Review of Theoretical Models for Anomalous Effects in Deuterated Metals », *International J. Theor. Phys.*, 33, 1994, 617.
21. S.R. Chubb et T. Chubb, « The Role of Hydrogen Ion Bands States in Cold Fusion », *Trans. Fusion Technol.*, 26, #4T, 1994, 414 ; S.R. Chubb et T. Chubb, « Bloch-Symmetric Fusion in PdD », *Fusion Technol.*, 17, 1990, 710 ; S.R. Chubb, « Hidden Results of the Ion Band State Theory », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.1, p.315 ; T. Chubb, « Radiationless Cold Fusion : Why Small 'Crystals' Are Better, N_{cell} Requirement, and Energy Transfer to Lattice », *Ibid.*, Vol.2, p.417.
22. G. Preparata, *QED Coherence in Matter*, World Scientific, Singapour, 1995 ; M. Fleischmann, S. Pons et G. Preparata, « Possible Theories of Cold Fusion », *Il Nuovo Cimento*, 107A, 1994, 143 ; G. Preparata, « Cold Fusion : What Do the Laws of Nature Allow and Forbid ? », *Proc. of the Second Annual Conference on Cold Fusion*, Côme, Italie, 29 juin au 4 juillet 1991, « The Science of Cold Fusion », Vol.33 (T. Bressani, E. Del Giudice et G. Preparata, ed.), publié par la Società Italiana di Fisica, p.453.
23. Y.N. Bazhutov, « Possibility of Radioactive Waste Utilization in Terms of Erzion Model », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.392.
24. J.L. McKibben, « Can Cold Fusion be Catalyzed by Fractionally-Charged Ions that have Evaded FC Particle Searchers ? », *Infinite Energy*, 1 :4, 1995, 14.
25. X.Z. Li, H.F. Huang, Z.G. Bian et J.F. Yang, « 'Fine Tuning' Mechanisme for Resonance Tunneling in D/Pd Systems », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.507.
26. P.L. Hagelstein, « Coherent and Semicoherent Neutron Transfer Reactions III : Phonon Frequency Shifts », *Fusion Technol.*, 23, 1993, 353 ; P.L. Hagelstein, « Anomalous Energy Transfer between Nuclei and Lattice », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.1, p.382.
27. Y. Arata et Y.-C. Zhang, « Cold Fusion Reactions Driven by 'Latticequake' », *Proc. Japan Acad.*, 71B, 1995, 98.
28. Y. Kucherov, « Slow Nuclear Excitation Model », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.502.
29. R. Mills, *The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics*, 1995, Technomic Publishing Company, Lancaster, Pa, Etats-Unis ; R.L. Mills, W.R. Good et J.J. Farrell, *Unification of Spacetime, The Forces, Matter, and Energy*, 1992, Science Press, Ephrata, Pa. 17522 ; R. Mills et S.P. Kneizys, « Excess Heat Production by the Electrolysis of an Aqueous Potassium Carbonate Electrolyte and the Implications for Cold Fusion », *Fusion Technol.*, 20, 1991, 65 ; R. Mills, Australie, brevet n°668.678, 16 mai 1996, « A Matter/Energy Conversion Method and Structures » ; R. Mills, W.R. Good et R.M. Shaubach, « Dihydrino Molecule Identification », *Fusion Technol.*, 25, 1994, 103 ; <http://blacklightpower.com>.
30. J. Dufour, brevet WO 91/01036 « Energy source system », déposé le 11 juillet 1989 et publié le 24 janvier 1991 ; J. Dufour, brevet WO 94/10688 « Energy source system and process », déposé le 26 octobre 1992 et publié le 11 mai 1994 ; J. Dufour, « Cold Fusion by Sparking in Hydrogen Isotopes », *Fusion Technol.*, 24, 1993, 205 ; J. Dufour, J. Foos et J.P. Millot, « Cold Fusion by Sparking in Hydrogen Isotopes. Energy balances and search for fusion by-products. A strategy to prove the reality of cold fusion », *Proc. Fourth International Conference on Cold Fusion*, Vol.1 : Plenary session papers, p.9-1, 1993 ; J. Dufour, J. Foos et J.P. Millot, « Excess Energy in the System Palladium/Hydrogen Isotopes. Measurement of the excess energy per atom hydrogen », *Proc. Fifth International Conference on Cold Fusion*, 9-13 avril 1995 Monte Carlo, Monaco, publié par l'International Conf. on Cold Fusion 5, France, 1995, p.495 ; J. Dufour, J. Foos, J.P. Millot et X. Dufour, « Interaction Palladium/Hydrogen and Palladium/Deuterium. Measurements of the excess energy per atom of each isotope », pour publication dans *Fusion Technology* ; J. Dufour, J. Foos, J.P. Millot et X. Dufour, « 'From Cold Fusion' to 'Hydrex' and 'Deutex' States of Hydrogen », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.1, p.482.
31. H. Kozima, « Analysis of Nickel-Hydrogen Isotope System on TNCF Model », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.2, p.655 ; H. Kozima, « Nuclear Transmutation in Cold Fusion Experiments », *Ibid.*, Vol.2, p.660 ; H. Kozima, « Trapped Neutron Catalyzed Fusion of Deuterons and Protons inhomogeneous Solids », *Trans. Fusion Technol.*, 26, 1994, 508 ; H. Kozima, « Neutron Band, Neutron Cooper Pair and Neutron Life Time in Solid », *Cold Fusion*, 16, 1996, 4.
32. R. Rice, G.S. Chulick, Y.E. Kim et J. Yoon, « The Effect of Velocity Distribution on Cold Deuterium-Deuterium Fusion », *Fusion Technol.*, 18, 1990, 147 ; Y.E. Kim, M. Rabinowitz, G.S. Chulick et R. Rice, « Theory of Cluster-Impact Fusion with Atomic and Molecular Cluster Beams », *Modern Phys. Lett.*, 5 [6], 1991, 427 ; Y.E. Kim et A.L. Zubarev, « Optical Theorem and Effective Finite-Range Nuclear Interactions », *Il Nuovo Cimento*, 108, 1995, 1009 ; Y.E. Kim, « Comment on Exact Upper Bound en Barrier Penetration Probabilities in Many-Body Systems », *The Sixth International Conf. on Cold Fusion, Progress in Hydrogen Energy*, ed. M. Okamoto, 13-18 octobre 1996, Hokkaido, Vol.1, p.324.
33. J. Stoessel, « Junk Science », ABC-TV Production, 1997.
34. *The New York Times*, 26 août 1997.
35. G. Mallove, *Fire From Ice*, John Wiley & Sons, New York, Etats-Unis, 1991.
36. N. Hoffman, *A Dialogue on Chemically Induced Nuclear Effects*, American Nuclear Society, La Grange Park, Ill, 1995.
37. J.B. Cohen, *Revolution in Science*, Harvard University Press, 1985 ; G. de Santillana, *The Crime of Galileo*, University of Chicago Press, 1955.
38. E. Storms, « Critical Review of the 'Cold Fusion' Effect », *J. Sci. Explor.*, 10 :2, 1996, 185 (P.O. Box 5848, Stanford, Calif., 94309-5848, Etats-Unis, 415-593-8581).
39. Dieter Britz, <http://kemi.aau.dk/~db/fusion/>
40. Hal Fox, « Future Energy Applied Technology », P.O. Box 58639, Salt Lake City, Utah 84158, Etats-Unis, (801) 583-6232.