



ASSEMBLÉE NATIONALE

10ème législature

Energie nucleaire

Question écrite n° 1024

Texte de la question

M. Jean-Claude Bireau attire l'attention de M. le ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche sur les expériences menées par MM. Martin Fleischmann et Stanley Pons sur la fusion froide. Un article paru dernièrement dans « Physic Letter A » en révèle l'importance, insistant sur les perspectives de développement de nouvelles sources d'énergie. Il lui demande si l'état d'avancement des travaux conduits par le Japon et la Russie ne pourrait pas conduire la France à revenir sur sa position puisque, officiellement, elle ne poursuit pas ce type de travaux.

Texte de la réponse

En mars 1989, deux physiciens travaillant à l'université d'Utah, S. Pons et M. Fleischmann, déclaraient lors d'une conférence de presse qu'ils avaient observé la fusion de noyaux de deutérium en effectuant l'électrolyse de l'eau lourde avec une anode en platine et une cathode en palladium. Ils affirmaient avoir mesuré une production de chaleur qui ne pouvait s'expliquer que par un processus nucléaire, et avoir observé l'émission de neutrons. Pour comprendre le vif intérêt initial, et aussi le profond scepticisme, qui ont entouré les expériences sur la fusion froide, il est important de bien connaître la nature du processus de fusion. L'attribution de la production de chaleur observée par Fleischmann et Pons à une réaction de fusion est due à la présence de deutérium dans l'eau lourde électrolysée. Le deutérium est un isotope de l'hydrogène très abondant dans la nature, et qui intervient soit seul, soit avec un autre isotope de l'hydrogène, le tritium, dans les plus simples des réactions nucléaires de fusion. Ces réactions produisent plusieurs millions de fois plus d'énergie par réaction que les réactions chimiques. Parvenir à maîtriser cette énergie est un des grands enjeux de la recherche depuis plusieurs décennies. Les mécanismes élémentaires des réactions de fusion obéissent à des lois parfaitement connues, aussi bien sur le plan des bilans énergétiques que sur celui de l'identité des éléments produits dans l'état final : dans le cas de la fusion de deux noyaux de deutérium, on doit observer du tritium ou de l'hélium, accompagnés de protons, de neutrons ou de rayonnement gamma. De plus, la quantité de chaleur produite et le nombre d'atomes de tritium ou d'hélium émis sont strictement corrélés. Ainsi, la production d'un watt de chaleur (l'ordre de grandeur de ce qui est observé) doit être accompagnée de l'émission d'environ mille milliards d'atomes de tritium ou d'hélium par seconde, eux-mêmes associés à un nombre comparable de neutrons ou de rayons gamma qui emportent une fraction importante de l'énergie disponible et qui sont facilement détectables. L'annonce de Pons et Fleischmann engendra, dans les mois qui suivirent, une vive perplexité chez les scientifiques et un intérêt considérable de la presse écrite et audiovisuelle, intérêt à la mesure des enjeux économiques auxquels une telle découverte pouvait faire rêver. Les raisons de la perplexité des scientifiques sont essentiellement les suivantes : primo, la difficulté et la non-reproductibilité des mesures calorimétriques destinées à prouver l'existence d'un excès de dégagement de chaleur ; secundo, l'incompatibilité entre la quantité de chaleur dégagée et le taux de production des produits de fusion. Si le dégagement de chaleur qu'ils avaient constaté provenait de la fusion de noyaux de deutérium, Pons et Fleischmann auraient dû constater, tout au long des cinq jours d'expérience, un taux de production de tritium et un taux de production de neutrons de l'ordre de 50 000 milliards de particules par seconde. Les taux déduits de leurs mesures étant un milliard de

fois plus petits, les résultats des mesures calorimétriques et les résultats des mesures de flux de neutrons sont totalement incohérents ; tertio, l'absence de toute explication théorique crédible pour comprendre le phénomène. Les réactions de fusion nucléaire ont été étudiées depuis de longues années, et il est bien connu qu'elles sont possibles à très haute température (plusieurs millions de degrés). Les noyaux de deutérium disposent alors de suffisamment d'énergie cinétique pour vaincre les forces de répulsion dues à leur charge électrique positive et pour pouvoir ainsi entrer en collision et donner lieu à des réactions de fusion. C'est ce qui se produit dans les étoiles, dans les explosions de bombes thermonucléaires et aussi dans les grands tokamaks comme le JET. L'idée que le palladium ou le titane puisse catalyser « à froid » la fusion est liée à l'aptitude particulière de ces métaux pour absorber de grandes quantités d'hydrogène (ou de deutérium), l'espoir étant que les atomes de deutérium occuperaient dans le réseau métallique des positions suffisamment proches pour que des réactions de fusion soient possibles. Dans la réalité, même si le palladium peut effectivement emmagasiner de grandes quantités de deutérium (cette propriété a été beaucoup étudiée en relation avec le stockage de l'hydrogène), la distance entre atomes de deutérium absorbés dans le palladium est deux fois plus élevée que celle qui sépare les deux atomes dans une molécule de deutérium gazeux, dans laquelle il est d'observation courante qu'il n'y a pas de réaction de fusion. Le seul mécanisme de fusion « froide » bien établi et reproductible est le processus de fusion catalysée par les muons. Le muon est une particule élémentaire 207 fois plus lourde que l'électron, qui peut remplacer ce dernier pour lier deux noyaux de deutérium à une distance suffisamment faible pour que la fusion puisse avoir lieu. Malheureusement, dans l'état actuel de la recherche, la fusion catalysée par les muons ne fournit pas assez d'énergie par rapport à celle qui est requise pour le fonctionnement de l'accélérateur qui permet de produire les muons. Malgré les réserves précédentes, plusieurs centaines de laboratoires entreprirent aussitôt après l'annonce de Pons et Fleischmann de répéter leurs expériences, confirmant ou infirmant le dégagement de chaleur ou la production de neutrons. Un mois plus tard, douze laboratoires pensaient avoir observé des réactions de fusion froide. À la mi-mai, trente laboratoires confirmaient l'existence du phénomène, vingt-sept la refutaient. Mais il apparut très vite que les laboratoires disposant de moyens de détection performants et respectant des procédures rigoureuses n'observaient ni dégagement de chaleur ni émission de neutrons. En particulier, aucun laboratoire français, anglais ou allemand ne confirmait les expériences de Pons et Fleischmann. À cet égard, la réaction de la communauté scientifique française a été rapide, coordonnée et d'ampleur limitée. Mais la qualité des résultats obtenus a largement contribué à rationaliser le débat. Une expérience de calorimétrie conduite avec un très grand soin dans un laboratoire universitaire parisien a montré comment certains artefacts, par exemple la recombinaison de l'hydrogène électrolyse, pouvaient laisser croire que le bilan énergétique de l'électrolyse était positif. Des mesures effectuées à Bruyère-le-Chatel pendant de longues périodes n'ont mis en évidence ni la réaction productrice de neutrons, ni la réaction complémentaire productrice de tritium. Enfin, des expériences extrêmement précises effectuées par une collaboration CNRS-CEA au laboratoire souterrain de Modane, dans le tunnel du Frejus, bien à l'abri du rayonnement cosmique, n'ont mis en évidence aucun événement qui fut caractéristique d'une fusion nucléaire. Si de telles réactions de fusion étaient susceptibles de se produire dans le dispositif du Frejus, le fait qu'elles n'aient pas été observées permet d'affirmer qu'elles sont au moins un milliard de milliards de fois plus rares que les réactions de fusion froide que Fleischmann et Pons estimaient avoir mises en évidence. Au vu de ces résultats, les laboratoires français ont arrêté ou limité leurs expériences, tout en restant attentifs aux activités des équipes (japonaises et américaines notamment) qui continuaient à travailler sur ce sujet. Faisant suite aux réunions de Baltimore et Santa Fe en 1989, de Salt Lake City en 1990 et de Come en 1991, une conférence s'est tenue à Nagoya en octobre 1992. Elle réunissait 300 participants (à comparer aux 8 000 de Baltimore et aux 2 000 de Santa Fe). Pons et Fleischmann y ont exposé brièvement leurs derniers résultats obtenus à Sophia-Antipolis dans le laboratoire de la société IMRA Europe, lié à la firme japonaise Toyota. Ils ont annoncé que des productions de chaleur de plus de 1 kW/cm³ avaient été obtenues de façon reproductible, correspondant à quatre fois la puissance injectée. Une dizaine d'autres résultats positifs ont été présentés par des laboratoires pour la plupart japonais, mais aussi américains, russes, chinois, taiwanais. Les résultats négatifs s'averaient moins nombreux, ce qui n'est pas étonnant puisqu'une certaine communauté s'est peu à peu constituée et cooptée dans ce genre de conférence. Les résultats expérimentaux restaient cependant toujours inconsistants et les méthodes utilisées sujettes à caution. Quant aux interprétations proposées, elles demeuraient hautement spéculatives. À Nagoya, D. Morrison, physicien britannique de réputation internationale, notait que le nombre d'articles scientifiques expérimentaux publiés sur la fusion froide avait été de 72 en 1989, 128 en 1990, 48 en 1991, et 8 en 1992, ce qu'il estimait symptomatique d'une « science pathologique ». La présence de Pons et Fleischmann à Sophia-

Antipolis les a amenés à avoir de nombreux contacts (qui n'ont pas forcément valeur de caution) avec quelques scientifiques français, ainsi qu'avec des journalistes français. Ainsi la récente publication de leurs résultats dans *Physics Letters A* a-t-elle été accompagnée d'un soubressaut médiatique sur ce sujet. Dans cette publication, les auteurs ne parlent plus de fusion mais seulement d'une source de chaleur dont l'intensité est telle que les explications en termes d'échanges chimiques doivent être exclues. Ils n'émettent non plus aucun commentaire sur une éventuelle perspective de développement d'une source d'énergie nouvelle. La procédure expérimentale n'est pas décrite avec une très grande précision, mais la méthode utilisée n'est pas classique, puisqu'il s'agit de calorimétrie en système ouvert. L'eau lourde s'évapore complètement, et les paramètres de l'expérience (chaleur spécifique, capacité calorifique, coefficient de transmission du rayonnement) varient en fonction du temps. La situation au voisinage du point d'ébullition n'est pas simple. De plus, on prépare le système pendant un temps de l'ordre d'une dizaine de jours et on observe un dégagement de chaleur pendant quelques centaines de secondes. La mise en évidence d'un excès de chaleur n'est donc pas évidente. Il est difficile de tirer des conclusions claires d'observations non reproductibles. Ce qui paraît néanmoins certain aujourd'hui, c'est que : il n'y a pas de réaction de fusion à un niveau mesurable dans les expériences de Pons et Fleischmann ; l'absorption d'hydrogène ou de son isotope, le deutérium, dans les métaux est un phénomène complexe qui n'est pas créateur d'énergie, mais qui peut éventuellement conduire à des accumulations d'énergie : l'absorption dans certains sites du réseau métallique pourrait être endothermique, et le transfert dans d'autres sites exothermique ; les conditions des mesures calorimétriques effectuées (en « système ouvert ») sont très délicates et les bilans sujets à caution ; aucune interprétation théorique du phénomène observé n'existe aujourd'hui, mais il ne s'agit peut-être que d'un processus électrochimique compliqué, sans intérêt pratique a priori. Une très grande prudence est donc de mise avant d'investir aujourd'hui des crédits - nécessairement non négligeables - dans une recherche sur ce thème.

Données clés

Auteur : [M. Bureau Jean-Claude](#)

Circonscription : - RPR

Type de question : Question écrite

Numéro de la question : 1024

Rubrique : Recherche

Ministère interrogé : enseignement supérieur et recherche

Ministère attributaire : enseignement supérieur et recherche

Date(s) clé(s)

Question publiée le : 17 mai 1993, page 1380

Réponse publiée le : 12 juillet 1993, page 2017