

Le statut, la dynamique et le potentiel des réactions nucléaires à basse énergie

Le monde a besoin de nouvelles sources d'énergie propre en raison de la croissance démographique, des pays en développement et des graves conséquences du changement climatique causées par la combustion des combustibles fossiles. En complément des énergies renouvelables, le monde a un besoin urgent de nouvelles sources d'énergie puissantes pouvant être contrôlées à volonté et caractérisées par (a) des réactions libérant des énergies nettement plus fortes que celles des combustibles chimiques, avec des densités de puissance et d'énergie élevées, et (b) la production d'énergie sans gaz à effet de serre. Trois types de tels générateurs d'énergie sont disponibles ou en cours de développement.

La fission nucléaire des éléments lourds est une source fiable d'énergie propre. Cependant, elle présente des inconvénients importants, notamment d'immenses installations longues à construire, d'importantes quantités de déchets radioactifs à longue durée de vie et des problèmes majeurs liés à de rares accidents. Il y a aujourd'hui un grand intérêt pour les systèmes de fission plus petits.

La fusion des isotopes légers de l'hydrogène (fusion thermonucléaire) a consommé des dizaines de milliards de dollars pour le financement de la recherche au cours des 75 dernières années. Il nécessite des températures d'environ 100 millions de degrés dans les plasmas à faible densité, ainsi que des champs magnétiques puissants pour contenir les plasmas. On s'attend à ce que les systèmes de fusion thermonucléaire fournissent de l'électricité au réseau électrique dans quelques pays au cours des années 2030. Les réacteurs à fusion thermonucléaire sont des machines imposantes délivrant des puissances de plusieurs mégawatts qui produisent également beaucoup de déchets radioactifs.

La fusion froide est apparue sur la scène en 1989. Elle est désormais appelée Réactions Nucléaires de Basse Énergie (RNBE, plus communément désignées par le terme anglais Low Energy Nuclear Reactions LENR) ou Fusion à l'état solide (en anglais Solid State Fusion SSF). Plus de 35 ans de recherches dans plus d'une douzaine de pays ont montré qu'il est effectivement possible de déclencher des réactions très énergétiques à des températures modérées dans des catalyseurs spéciaux chargés en hydrogène. Des gains énergétiques élevés ont été démontrés lors d'expériences LENR, donc l'énergie LENR pourrait être relativement bon marché lorsqu'elle sera commercialisée. Parce que les solides catalysent les réactions LENR, des expériences ont montré que les générateurs d'énergie LENR devraient offrir des densités de puissance élevées, et donc des systèmes compacts. Des générateurs LENR distribués en grand nombre ayant une capacité de quelques kilowatts semblent faisables pour alimenter les foyers et les entreprises. Et il est connu grâce à de nombreuses expériences que les LENR n'émettent pas de rayonnement dangereux significatif et ne produisent pas de déchets radioactifs.

L'étude scientifique du LENR reste difficile en raison d'expériences très variables, probablement causées par des disparités dans les matériaux requis. La physique fondamentale expliquant la façon dont les réactions LENR se produisent implique les effets de la Mécanique Quantique et n'est pas encore complètement comprise. Malgré ces problèmes, la commercialisation de la technologie LENR progresse. Onze startups s'efforcent de produire des générateurs LENR commerciaux en Asie, en Europe et en Amérique.

La dynamique du secteur LENR est dû à l'intérêt des gouvernements ainsi que des investisseurs. Un programme de longue durée au Japon, un programme en Europe depuis 2020, et un programme aux États-Unis à partir de 2023 ont légitimé et fait progresser l'étude du domaine. Ces programmes sont financés chacun à environ 10 millions de dollars. Si l'énergie LENR capturerait 1/1000 du marché annuel mondial de l'énergie, soit 10 000 milliards de dollars, les entreprises pourraient valoir des milliards de dollars.

Les deux principaux défis actuels pour le LENR sont (a) l'augmentation d'échelle pour obtenir des énergies de sortie dans la fourchette des kilowatts avec des gains significatifs, et (b) la durabilité à long terme des matériaux actifs dans les générateurs. La technologie LENR en est à un stade où les collaborations peuvent accélérer la compréhension et la commercialisation.

Le 17e Atelier international sur les matériaux chargés en hydrogène (IWAHLM17) réunira les meilleurs spécialistes mondiaux tant sur l'étude scientifique que sur la commercialisation du LENR. Cet atelier n'est pas simplement un lieu de présentation. C'est un lieu pour tester les idées, valider des affirmations et définir les questions qui comptent. Nous accueillons volontiers tous ceux qui souhaitent s'engager, comparer, reproduire et développer ensemble leurs connaissances sur l'énergie LENR.

David J. Nagel
Research Professor – George Washington University
Washington DC - USA
27/11/2025

Liens internet vers IWAHLM-17:

<https://iscmns.org/event/iwahlm-17/>

<https://www.sfsnmc.org/index.php/iwahlm-17/>