



▲ L'une des chambres à vide d'ITER fabriquées en Italie.
Avec l'aimable autorisation de l'Organisation ITER.

« Grâce aux progrès réalisés dans diverses disciplines, allant de la physique à l'informatique en passant par l'ingénierie et la science des matériaux, l'ambition d'une énergie de fusion devient progressivement une réalité. »

Rafael Mariano Grossi,
Directeur général de l'AIEA

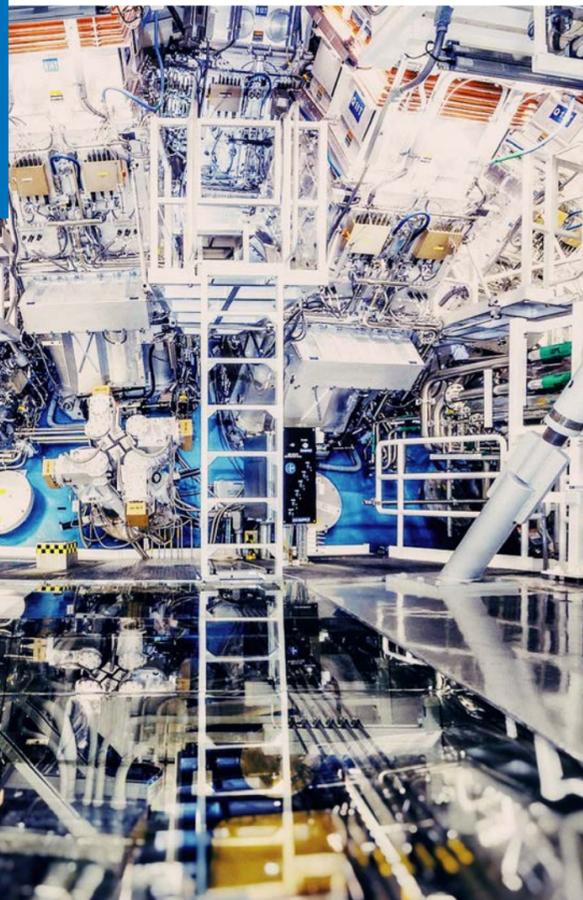
Présentation des

PERSPECTIVES DE L'AIEA SUR LA FUSION DANS LE MONDE 2023

Énergie de fusion : Aujourd'hui et demain

– par Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA

L'énergie de fusion renferme la promesse d'une source d'énergie propre potentiellement illimitée et bas carbone.



Je suis fier de présenter le premier numéro des « Perspectives de l'AIEA sur la fusion dans le monde » et je ne doute pas que cette publication deviendra la source d'informations fiables et récentes de référence au niveau mondial sur la source d'énergie propre réellement fascinante et prometteuse, potentiellement illimitée et à faible émission de carbone, qu'est l'énergie de fusion.

Les progrès scientifiques et technologiques conjugués à la demande croissante d'énergie propre pour alimenter les économies, atténuer le changement climatique et protéger notre planète, ainsi que les récents investissements d'ampleur réalisés dans le secteur industriel de la fusion encouragent les efforts déployés à l'échelon international pour créer la première centrale à fusion productrice d'énergie économiquement viable. Des entreprises privées ont obtenu des milliards de dollars des États-Unis de la part de sociétés de capital-risque, de fonds de capital-investissement, de fonds souverains et d'autres sociétés d'investissement. Les défis liés à la science et à la technologie de la fusion sont considérables et, pour réaliser des progrès dans le domaine de l'énergie de fusion, il faut mobiliser davantage de fonds privés et susciter l'engagement des États.

Cette année a été marquée par plusieurs nouvelles initiatives gouvernementales intégrant la fusion pour faire face à l'urgence de la situation liée au changement climatique, par exemple l'initiative UK Industrial Fusion Solutions Ltd, le Conseil de l'industrie de la fusion du Japon, le règlement pour une industrie « zéro net » de la Commission européenne, qui promeut notamment les investissements dans la technologie de la fusion, et la note d'orientation de recherche sur la fusion de l'Allemagne, ainsi que le programme de développement par étapes de la fusion du Ministère de l'énergie des États-Unis, qui a alloué 46 millions de dollars des États-Unis à huit sociétés commerciales travaillant sur la fusion. ■

Assurer l'avenir de la fusion

L'une des plus grosses difficultés qu'il reste à surmonter en matière de fusion est qu'il faut parvenir à réunir les conditions permettant à une réaction de fusion de se maintenir dans un gaz ou un plasma ionisé chaud et dense pour produire le même type de réaction que celle à l'œuvre dans les étoiles. Les défis à relever tiennent notamment à la nécessité de températures extrêmement élevées, supérieures à 100 millions de degrés Celsius ; au confinement durable du plasma chaud dans la chambre du cœur du réacteur ; au fait que la première paroi du dispositif de fusion doit pouvoir résister aux conditions extrêmes ; à la fermeture du cycle du combustible ; et à l'extraction et à l'exploitation de l'énorme quantité d'énergie produite. Trois avancées significatives, qui contribueront à surmonter ces difficultés, ont été réalisées en 2023. Premièrement, avec son tokamak EAST, la Chine a démontré un mode d'exploitation de tokamak qui améliore le confinement de l'énergie ou la rétention du plasma à long terme tout en évitant l'accumulation d'impuretés. Deuxièmement, en Allemagne, le stellarator W7-X, le plus avancé et qui a été récemment amélioré, a réalisé une performance record en maintenant une longue décharge

de plasma accompagnée d'un renouvellement élevé de l'énergie, démontrant ainsi qu'il était possible d'assembler en continu de grandes quantités d'énergie dans le plasma et d'évacuer la chaleur de manière contrôlée. Enfin, en juillet 2023, l'Installation nationale d'ignition (NIF) aux États-Unis d'Amérique a réalisé un gain d'énergie scientifique encore plus important que ce qui avait été annoncé l'année dernière. Des progrès concernant un autre défi lié à la fusion ont donné un coup de fouet à la réglementation de l'industrie de la fusion, qui est en plein essor, et permis de clarifier les choses. En effet, la Commission de la réglementation nucléaire des États-Unis a annoncé que le cadre réglementaire national sur la fusion ne serait pas le même que la réglementation en vigueur pour les centrales à fission nucléaire. ■

L'AIEA : une plaque tournante pour la recherche-développement dans le domaine de la fusion

L'AIEA encourage la recherche-développement dans le domaine de l'énergie de fusion depuis plus de 60 ans et elle continue résolument sur cette voie ; elle soutient en outre le déploiement futur de cette technologie en amenant les spécialistes de la fusion à collaborer pour trouver des solutions aux défis scientifiques et technologiques. Ces dernières années, l'AIEA a intensifié ses activités pluridisciplinaires dans le domaine de la fusion. Il s'agit notamment d'envisager les installations de production d'énergie de fusion de manière globale, en appliquant les meilleures pratiques et les enseignements tirés des installations de production d'énergie de fission qui ont fait leurs preuves dans les activités visant à parvenir à la production d'énergie de fusion, le cas échéant. La recherche et la technologie dans le domaine de la science de la fusion – notamment les sciences du plasma et des matériaux, les données fondamentales sur les processus de fusion, les cadres réglementaires, les autorisations, la sûreté nucléaire, la gestion des déchets nucléaires, les questions de responsabilité nucléaire et les aspects économiques des installations de fusion nucléaire – concernent l'ensemble des départements et des unités techniques de l'AIEA. Les activités qui ont trait aux programmes de l'AIEA liés à la fusion sont coordonnées en interne par le Comité de coordination de la fusion nucléaire, créé en 2019. Le Conseil international de la recherche sur la fusion et les groupes consultatifs permanents de l'AIEA sur l'énergie nucléaire et les applications nucléaires fournissent des conseils sur toute une gamme d'activités clés menées par l'AIEA pour resserrer la coopération internationale autour de la recherche-développement sur la fusion et améliorer les technologies actuelles. ■

Rendre l'énergie de fusion accessible à tous

L'AIEA utilise un large éventail d'outils et de processus pour aider ses États Membres à accélérer le développement de l'énergie de fusion. Elle organise notamment divers forums



« La collaboration internationale est essentielle pour relever ce grand défi technique du XXI^e siècle. »

Rafael Mariano Grossi,
Directeur général de l'AIEA

sur la fusion, tels que la Conférence bisannuelle sur l'énergie de fusion, les ateliers du programme DEMO ainsi que des réunions techniques périodiques et d'autres événements permettant aux experts de mettre en commun des connaissances et des données d'expérience. L'AIEA héberge également le Portail de la fusion et nombre de bases de données et de codes, dont le Système d'information sur les dispositifs de fusion ; elle facilite l'accès aux services de rayonnements et d'analyse par l'intermédiaire d'organismes et d'installations partenaires ; elle gère des projets de recherche coordonnée ; elle organise des formations théoriques et pratiques ; et elle encourage l'établissement de partenariats stratégiques, souvent dans le cadre d'accords de coopération formels – généralement bilatéraux – à l'instar de la coopération de longue date nouée avec l'Organisation ITER depuis sa création et, plus récemment, avec des organismes des États-Unis d'Amérique et de Chine. L'année dernière, l'AIEA a joué un rôle essentiel dans la création du groupe « Women in Fusion », une organisation à but non lucratif visant à promouvoir la parité femmes-hommes parmi les spécialistes de la fusion et à créer un environnement de travail accueillant pour tous. Les progrès réalisés grâce à ces activités sont relayés dans les documents et les publications techniques de l'AIEA, dans des revues à comité de lecture, sur le Portail de la fusion et par des médias sociaux et des canaux de diffusion. ■

Répondre aux besoins énergétiques de demain

L'AIEA renforce son soutien aux États Membres en accélérant la recherche-développement dans le domaine de la production d'énergie de fusion afin de répondre aux besoins énergétiques de demain et de réduire les émissions de carbone. La collaboration internationale est essentielle pour relever ce grand défi technique du XXI^e siècle. En tant qu'organisation internationale, l'AIEA continuera à collaborer avec les pays, avec d'autres organismes et avec l'industrie de la fusion en plein essor dans le monde entier pour relever les défis scientifiques et technologiques et aider à constituer un vivier de talents, à entretenir la chaîne d'approvisionnement, à établir les meilleures pratiques de gestion des connaissances et à dialoguer avec le public pour que l'énergie de fusion devienne une réalité. ■

À paraître prochainement -
**PERSPECTIVES DE L'AIEA SUR
LA FUSION DANS LE MONDE 2023.**
Scannez le code QR pour en savoir plus.



43 entreprises du secteur privé dans différentes régions du monde.

6,2 milliards de dollars investis dans les entreprises spécialisées dans la fusion.

60 ans de promotion de la recherche-développement dans le domaine de l'énergie de fusion à l'AIEA.

En décembre 2022, aux États-Unis d'Amérique, l'Installation nationale d'ignition (NIF) du Laboratoire national Lawrence de Livermore a franchi une étape significative en réalisant pour la première fois dans l'histoire un gain d'énergie scientifique (une réaction de fusion contrôlée libérant plus d'énergie que l'énergie injectée). Avec l'aimable autorisation du Laboratoire national Lawrence de Livermore.