

Énergie nucléaire et coopération internationale :

Savoirs partagés et SMR
au service d'un futur soutenable



Énergie nucléaire et coopération internationale:

Savoirs partagés et SMR au service d'un futur soutenable.

Volume 2 de la série : Énergie nucléaire : enjeux de transition et d'autonomie.

Francisco Rodrigo

CEBREROS

Spécialiste en communication scientifique et diplomatie technologique.

France – 2025

Sommaire

Introduction

L'avenir de l'énergie décarbonée : l'option nucléaire et l'essor des SMR (Small Modular Reactors) dans un monde en transition 3

Chapitre 1. Partenariats mondiaux pour le développement de l'énergie nucléaire

1. Partage de l'expertise nucléaire à l'échelle internationale 4

Chapitre 2. L'énergie nucléaire, actualité et avenir.

1. La technologie nucléaire, clé pour une énergie durable face au défi climatique 7
2. Les SMR, vers une technologie nucléaire plus accessible, plus sûre et plus performante 12

Annexes 1

Extraits du statut de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique
(Tel qu'amendé au 28 décembre 1989)27

Introduction:

L'avenir de l'énergie décarbonée : l'option nucléaire et l'essor des SMR (Small Modular Reactors) dans un monde en transition.

À l'horizon 2050, la demande mondiale en électricité pourrait doubler, portée par une société toujours plus connectée et numérisée. Face à cette perspective et à l'urgence climatique, les sources d'énergie à faibles émissions de carbone ne sont plus une option, mais une nécessité stratégique.

Les transferts de technologies vertes, ainsi que celles qui favorisent l'exploitation des énergies renouvelables, occupent une place centrale dans les discussions mondiales ayant abouti à des accords visant à répondre aux enjeux climatiques. Dans ce cadre, l'énergie d'origine nucléaire et les projets SMR (Small Modular Reactors) apparaissent comme une solution viable face aux limites technologiques actuelles en matière d'exploitation des sources renouvelables. Cette dynamique a conduit à une évolution notable des discours politique, médiatique et entrepreneurial.

Les projets de réacteurs modulaires (SMR) sont en cours de développement dans différents pays, à des stades d'avancement variés. La plupart sont des prototypes qui n'ont pas encore été construits. Ce type de réacteur présente plusieurs avantages : rendre la production d'énergie nucléaire plus compétitive en termes d'investissement en infrastructure, permettre l'installation dans des zones éloignées sans dépendance aux réseaux centralisés, et ajuster leur offre énergétique en fonction de la demande grâce à l'ajout progressif de nouveaux SMR.

Pour ces raisons, ainsi que d'autres avantages qui seront développés par la suite, les SMR se positionnent comme une solution viable pour l'avenir, incitant de nombreux États et entreprises à investir dans ce domaine. Cela a engendré des dynamiques de coopération et de concurrence commerciale. Il est donc stratégique de connaître comment se développent les accords de coopération, les partenariats publics-privés et le contexte géopolitique.

Chapitre 1. Partenariats mondiaux pour le développement de l'énergie nucléaire

1. Partage de l'expertise nucléaire à l'échelle internationale

La complexité de la technologie nucléaire repose sur une profonde maîtrise de la physique et de la chimie, ainsi que sur l'utilisation de techniques développées dans des pays avancés après des années de recherche scientifique de haut niveau. C'est pourquoi le transfert de ces technologies n'est pas facile, et parvenir à maîtriser cette technique pour la production d'électricité et de chaleur peut nécessiter plusieurs générations de formation de professionnels qualifiés. Ainsi, l'AIEA a commencé ses cycles de transfert de technologie nucléaire en s'appuyant sur des techniques de production de radioisotopes, avec des applications dans la santé, l'amélioration des produits agroalimentaires, ainsi que la réalisation de diverses recherches.

Lors de la deuxième Conférence Internationale sur le Transfert de Technologie Nucléaire qui s'est tenue à Buenos Aires, en 1982, M. Laue, Directeur de la Division de l'énergie d'origine nucléaire à l'AIEA, a exposé ce qui suit:

« Leur application dans ces domaines – applications civiles - contribue à former des cadres de techniciens et d'administrateurs familiarisés avec l'utilisation des sciences nucléaires à des fins économiques, capables d'utiliser les rayonnements en toute sécurité, et peut en outre être considérée comme constituant une première étape vers l'utilisation éventuelle de l'énergie nucléaire. » ¹

À ce moment, les pays capables de produire de l'énergie à partir de la fission nucléaire étaient une douzaine, tandis que la technologie nucléaire appliquée à la recherche était utilisée par environ 120 pays.² De nos jours, selon les informations figurant sur le site de l'AIEA, 53 pays possèdent des réacteurs

¹ Hans Jörg Laue, « L'énergie d'origine nucléaire et le transfert de technologies », *Bulletin de l'AIEA* 24, no. 4 (1982) : 19.

² Ibid.

de recherche, avec environ 800 construits au total³ bien que beaucoup d'entre eux soient actuellement démantelés. Au 19 avril 2024, 32 pays produisent de l'électricité nucléaire et exploitent 417 réacteurs. ⁴

Mais lorsqu'il s'agit du transfert de technologie (TT) dans le secteur nucléaire, les réussites sont contrastées. De toute évidence, ce type de transfert diffère profondément de celui des technologies industrielles classiques. En poursuivant avec l'analyse de cet expert, Laue affirme :

« Tant en raison de sa complexité technique et des exigences exceptionnelles qu'il implique en matière de sécurité que des enjeux économiques que représente un programme électronucléaire, il est impératif de disposer, dès le début de ce programme, de personnel hautement qualifié. Un tel programme nécessite normalement des délais d'exécution d'au moins dix ans. »⁵

Pour cette raison, dès 1975, l'AIEA a mis en œuvre, parmi ses stratégies, la promotion d'une série de cours et de formations destinés à faciliter le transfert réussi de ces technologies. Ces actions visaient à encourager l'échange de connaissances tirées des expériences de planification des programmes nucléaires électriques, ainsi qu'à soutenir l'exécution de projets et la mise en service de centrales nucléaires. ⁶ L'Agence a également commencé à envoyer un nombre croissant de missions dans divers pays pour former et perfectionner les professionnels du secteur.

Au sujet des limites du transfert de ces technologies vers les pays en développement, les observations écrites par Amadou M. Cissé, président du Conseil des gouverneurs de l'AIEA en 1976–1977, sont pertinentes

« Lorsqu'on examine dans son ensemble le problème du transfert des techniques nucléaires, la difficulté qui se présente à l'esprit des planificateurs

³ Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Les réacteurs de recherche*, consulté le 25 mars 2025, AIEA, <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>.

⁴ Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Operational Reactors by Country*, consulté le 20 mars 2025, AIEA, <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>.

⁵ Laue, « L'énergie d'origine nucléaire et le transfert de technologies », 19.

⁶ Ibid., 21.

et des dirigeants est le peu de rapport qu'il y a entre le développement des techniques dans les pays avancés et les problèmes que les pays en développement ont à résoudre (...) dans le cas des techniques nucléaires, leur emploi exige d'énormes capitaux, un haut niveau de connaissances, une organisation complexe de l'enseignement et aussi une industrie très développée, capable de fournir les services d'entretien et d'appui nécessaires.

»⁷

La première étape consiste sans doute à former un personnel qualifié, condition *sine qua non* compte tenu de la complexité technique élevée de cette technologie. La réussite de ces transferts dépend aussi du développement industriel, des infrastructures et du financement. Les accords bilatéraux sont essentiels, car les pays en développement manquent souvent de ressources. Les pays fournisseurs couvrent alors les coûts initiaux via des prêts ou accords, récupérant leur investissement grâce aux bénéfices futurs.

Ces contrats bilatéraux représentent généralement un engagement ferme de coopération technique et administrative de la part du pays fournisseur de la technologie et du pays destinataire, une situation qui peut conduire à une centralisation des capacités technologiques. L'Argentine et le Brésil offrent un exemple intéressant, puisqu'à travers leur coopération bilatérale, ils ont réussi à établir l'infrastructure industrielle nécessaire pour leurs programmes nucléaires respectifs.⁸ Par ailleurs, Cissé souligne un point important en lien avec la coopération industrielle dans l'utilisation sécurisée de ces technologies :

« L'assistance aux pays en développement en matière de sûreté nucléaire devrait aller bien au-delà d'un simple transfert de technologie. »⁹

Par conséquent, les organismes internationaux partagent des informations essentielles sur le fonctionnement des centrales nucléaires, fournissant des documents et des guides élaborés par des experts de renom

⁷ Amadou Cissé, « Le transfert des techniques nucléaires », *Bulletin de l'AIEA* 19, no. 4 (1977), [19405380911_fr.pdf](#).

⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

international. À titre d'exemple, l'auteur cite le règlement relatif au transport des matières radioactives, dont la première version, publiée en 1961, a facilité les échanges internationaux rapides de ces matériaux.

Les échanges de connaissances couvrent tout le cycle de cette technologie. Ainsi, l'AIEA a également aidé de nombreux pays à développer des technologies leur permettant de découvrir des gisements d'uranium, ainsi que d'assurer leur extraction et leur traitement, favorisant ainsi les relations commerciales des pays producteurs de matières premières ¹⁰

Chapitre 2. L'énergie nucléaire, actualité et avenir.

1. La technologie nucléaire, clé pour une énergie durable face au défi climatique.

La technologie nucléaire, comme évoqué précédemment dans le premier volume de cette série, possède une longue histoire d'entrelacement d'intérêts ayant influencé les échanges de connaissances au sein d'un groupe restreint de pays. Le transfert de ces technologies a été encadré par des régulations strictes, tant par des organismes multilatéraux que par des institutions internationales, sans oublier les États-Unis, dont les intérêts en matière de sécurité nationale se mêlaient au maintien de leur influence mondiale.

Aujourd'hui, le contexte a changé, tout comme les intérêts et objectifs des différents organismes internationaux et de leurs signataires. Le changement climatique, le réchauffement global et les énormes quantités de gaz à effet de serre que produit notre société moderne ont conduit à la signature de divers traités et accords visant à prendre des mesures pour faire face à ces problématiques.

¹⁰ Ibid.

L'énergie nucléaire, en raison de sa faible émission de dioxyde de carbone, joue un rôle significatif dans cette discussion. Le transfert de cette technologie vers les pays en voie de développement trouve désormais des moyens de faciliter ces échanges, même si elle rencontre encore des résistances dans certaines régions.

Selon les paroles de Rafael Mariano Grossi, directeur actuel de l'AIEA :

« C'est à la COP28 que tout s'est accéléré, avec notamment l'inclusion de l'énergie nucléaire dans le premier bilan mondial approuvé lors de cette conférence (...) Après près de 30 ans de COP, l'énergie nucléaire a été, pour la première fois, explicitement mentionnée dans un résultat négocié. » ¹¹

La transition énergétique et la nécessité de promouvoir la décarbonation, telles qu'elles sont envisagées dans le premier bilan de l'Accord de Paris, ont provoqué un véritable changement d'attitude envers l'énergie nucléaire. Selon l'AIEA, les capacités nucléaires pourraient être multipliées par 2,5 d'ici 2050.¹²

Un autre facteur susceptible d'encourager l'utilisation de cette énergie — et, par conséquent, le transfert de sa technologie — concerne les besoins en électrification observés dans diverses régions du monde. En particulier en Afrique, où une grande partie de la population n'a pas accès à l'électricité et où la croissance industrielle et démographique accentue cette nécessité pour l'avenir. Selon la *World Nuclear Association* environ 30 pays envisagent, planifient ou ont entamé des programmes d'énergie nucléaire.

« Dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord : les États du Golfe, notamment l'Arabie saoudite, le Qatar, le Koweït et l'Irak ; ainsi que le Yémen, Israël, la Syrie, la Jordanie, l'Égypte, la Tunisie, la Libye, l'Algérie, le Maroc et le Soudan.

¹¹ Rafael Mariano Grossi, « L'énergie nucléaire : un retour au réalisme », *La Revue de l'Énergie* 675 (2024) : 5-9, [L'énergie nucléaire : un retour au réalisme - La Revue de l'Énergie](#).

¹² International Atomic Energy Agency (IAEA), *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050* (Vienne: IAEA, 2024), [Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 | IAEA](#).

En Afrique de l'Ouest, centrale et australe : le Nigéria, le Ghana, le Sénégal, le Kenya, l'Ouganda, la Tanzanie, la Zambie, la Namibie, le Rwanda et l'Éthiopie.

Les entreprises nucléaires publiques de Russie et de Chine ont pris l'initiative de proposer des centrales nucléaires aux pays émergents, généralement accompagnées de services de financement et d'approvisionnement en combustible. Le tableau suivant présente les principales influences dans les pays ayant signé divers accords, mais où aucune centrale n'est encore en construction. »¹³

Russie	Chine
Jordanie	Soudan
Égypte	Kenya
Tunisie	Thaïlande
Algérie	Cambodge

L'un des principaux obstacles à l'adoption de cette technologie est lié à ses coûts élevés. Cependant, « la labellisation ¹⁴ pour trouver de nouvelles sources de financement. En Europe, la création de l'Alliance Européenne du Nucléaire, officialisée en 2023, a été un tournant clé dans ce processus, permettant l'intégration du nucléaire dans la taxonomie verte européenne.¹⁵

Suivant cet exemple, les États-Unis cherchent également des sources de financement pour promouvoir le secteur nucléaire, avec l'intention de contrer la grande part de marché que l'entreprise russe Rosatom a acquise grâce à ses modalités de financement. En septembre 2024, Rosatom fournissait 19 des 21 réacteurs nucléaires exportés et en construction dans le monde.¹⁶ En ligne avec

¹³ World Nuclear Association. (n.d.). *Emerging nuclear energy countries*. Retrieved August 10, 2025, de <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries>

¹⁴ Teva Meyer, « L'énergie nucléaire : un bel avenir ? », *Politique étrangère* 4, no. 244 (2024) : 71-83, [L'énergie nucléaire : un bel avenir ? | Cairn.info](#).

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Ibid

cette préoccupation des États-Unis, une partie de la communauté scientifique considère les centrales nucléaires comme des instruments de projection de pouvoir à ¹⁷

Dans le premier volume consacré au TT, j'ai mentionné que certains mécanismes créaient une situation de dépendance entre les pays importateurs de technologie et ceux qui la fournissaient. Dans le cas des réacteurs nucléaires de Rosatom, cette situation est évidente, car souvent l'achat de cette technologie est soumis à l'utilisation de combustible russe pendant toute la durée de vie du réacteur.

Pour illustrer cette situation, on peut observer la dépendance des réacteurs situés dans les pays européens ayant appartenu à l'Union soviétique. Cette réalité, dans un contexte géopolitique de méfiance entre les puissances occidentales et la Russie, a contraint l'Union européenne à promouvoir des recherches visant à relancer la production de ce type de combustible, appelé VVER.

« De nombreux pays d'Europe de l'Est dépendent fortement de l'électricité produite par les réacteurs à eau pressurisée VVER-440 de conception russe. Actuellement, la société russe TVEL est l'unique fournisseur de combustible nucléaire pour ces installations. C'est pourquoi le projet ESSANUF (*European Supply of Safe Nuclear Fuel*) financé par l'UE a été lancé dans le but de concevoir un combustible de pointe pour les réacteurs VVER-440, qui serait parfaitement conforme aux normes de sécurité nucléaire »¹⁸

D'autre part, les échanges de connaissances que Rosatom promeut peuvent certainement avoir pour objectif de renforcer l'influence internationale de la Russie, au-delà des seuls intérêts commerciaux. Selon Teva Meyer, chercheur reconnu dans le domaine de l'énergie nucléaire et des politiques énergétiques internationales :

¹⁷ Ibid.

¹⁸ CORDIS, *La sécurité de l'approvisionnement en combustible de l'UE assurée pour les réacteurs nucléaires*, CORDIS, 2025, [Passer d'une source de combustible à une autre pour un approvisionnement constant en énergie verte | SWITCH Project | Résultats en bref | H2020 | CORDIS | Commission européenne.](#)

« La vente de réacteurs est précédée d'accords de coopération visant à former le personnel administratif et technique du pays importateur dans le cadre de voyages d'études et d'échanges universitaires (...) permettant de former de futurs lobbyistes de la vision russe. » ¹⁹

L'auteur poursuit son affirmation en fournissant des chiffres qui appuient l'idée des échanges de connaissances comme stratégie d'influence internationale russe :

« En 2023, plus de 2 000 étudiants étrangers provenant de 65 pays différents ont été accueillis en Russie dans un cursus d'ingénierie. Enfin, les exportations servent de vecteur de soft power (...) permettant à la Russie de diffuser ses propres normes de gouvernance du nucléaire. » ²⁰

Un autre atout stratégique de l'entreprise russe pour conquérir des marchés réside dans sa capacité à reprendre les déchets radioactifs des réacteurs qu'elle exporte, lui permettant ainsi de récupérer une partie du matériau fissile. Cette option est impossible dans les pays européens et aux États-Unis, où l'importation de tels déchets est interdite

Quant aux États-Unis, engagés dans cette course technologique et à la recherche de marchés, outre le financement et la diplomatie technologique, ils utilisent le pouvoir des brevets et leur propriété pour freiner certains acteurs concurrents.²¹ Cela dit, une part de cette course technologique et d'innovation dans le secteur nucléaire réside aujourd'hui principalement dans le développement des *Small Modular Reactors* (SMR).

« L'avènement des réacteurs modulaires fabriqués en série représente un changement de paradigme. De plus, les brevets permettent de matérialiser la valeur économique des innovations pour attirer des investisseurs. (...) Ces douze dernières années, 26 % de l'ensemble des brevets relatifs aux réacteurs

¹⁹ Meyer, « L'énergie nucléaire : un bel avenir ? ».

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

avancés ont été octroyés à des entreprises américaines ; suivent la Russie (19 %), la Corée du Sud (17 %) et la France (10 %). » ²²

Comme mentionné auparavant, le financement de ces technologies constitue l'un des principaux défis lorsqu'il s'agit d'en envisager le développement et la mise en œuvre. Toutefois, l'essor des SMR et l'intérêt croissant qu'ils suscitent ouvrent de nouvelles opportunités pour les investisseurs. En mots de Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA :

« La technologie des petits réacteurs modulaires, moins chers et potentiellement moins complexes à construire que les grands réacteurs, semble particulièrement attirer l'attention des banques multilatérales de développement (BMD). » ²³

Au-delà des banques s'ajoutent les grandes entreprises technologiques, qui disposent de vastes capacités de financement et nécessitent de l'énergie pour alimenter leurs infrastructures de données et le développement de l'intelligence artificielle.

Par ailleurs, l'intérêt pour la technologie nucléaire est croissant dans de nombreux pays d'Afrique. Selon José Naranjo, journaliste spécialisé dans le continent africain, une fois leur utilisation approuvée et leurs projets concrétisés, les technologies SMR « se configurent comme une alternative mieux adaptée aux pays qui ne disposent pas d'un réseau électrique très développé, ou spécifiquement destinées à l'exploitation minière ou au dessalement de l'eau. »²⁴

²² Ibid.

²³ Grossi, « L'énergie nucléaire : un retour au réalisme ».

²⁴ José Naranjo, « Afrique abraza la energía nuclear ».

2. Les SMR, vers une technologie nucléaire plus accessible, plus sûre et plus performante.

Avant d'entrer dans une analyse approfondie de la technologie SMR et des raisons pour lesquelles elle est considérée par de nombreux acteurs comme une réponse stratégique aux défis de l'approvisionnement énergétique, dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, il convient d'évoquer brièvement l'évolution des réacteurs nucléaires.

Il existe quatre générations de réacteurs nucléaires. La première englobe les réacteurs développés entre les années 1950 et 1970, caractérisés par une faible efficacité énergétique et des mesures de sécurité limitées. La majorité des réacteurs actuellement en fonctionnement appartiennent à la deuxième génération. Conçus entre 1970 et 1990, ces réacteurs disposent de systèmes de refroidissement plus avancés et d'une durée de vie prolongée (en moyenne 40 ans).

Les réacteurs de troisième génération « ne constituent pas une rupture technologique mais ont intégré les retours d'expérience et accru les dispositifs de sécurité. L'objectif de la 3ème génération est d'éviter, même en cas d'accident grave, l'évacuation des populations au voisinage de la centrale. »²⁶ Ces réacteurs utilisent des systèmes de sécurité passifs qui fonctionnent sans intervention humaine.

Enfin, les réacteurs de quatrième génération, les SMR, sont encore en phase de recherche. Cependant, il convient de souligner qu'un exemplaire est déjà en fonctionnement en Russie : la centrale nucléaire flottante *Akademik Lomonosov*, connectée au réseau électrique local en décembre 2019 et mise en service complète en mai 2020. En Chine, le *Linglong One* (ACP100), premier SMR terrestre commercial, est en cours de construction sur le site de Changjiang, avec une mise en service prévue en 2026. En Argentine, le *CAREM-25*, également en construction, devrait atteindre sa première criticité d'ici 2027,

²⁶ Planète Énergie, « Les réacteurs nucléaires de demain », *Total Énergie*, s.d., [Les réacteurs nucléaires de demain](#)
| [Planète Énergies](#).

bien que le projet ait connu plusieurs retards. Au total, plus de 70 modèles de SMR sont en développement à différents stades dans le monde.²⁷

Parmi leurs avantages, ces réacteurs présenteront des systèmes de sécurité passifs et proposent une utilisation plus efficace du combustible :

« Ces designs nécessitent de recharger le combustible moins fréquemment, tous les 3 à 7 ans, contre un intervalle de 1 à 2 ans pour les centrales conventionnelles. Dans certains cas, ils sont conçus pour fonctionner jusqu'à 30 ans sans besoin de recharger le combustible. »²⁸

Les recherches et le développement des SMR sont menés dans le cadre de divers accords entre entreprises privées, États et autres acteurs. D'autre part, il existe un forum international qui promeut l'échange de connaissances sur ces technologies, le Forum International de la Génération IV, auquel participent 13 pays :

« Créé en 2001, le Forum International de la Génération IV (GIF) est un effort international coopératif visant à développer les recherches nécessaires pour tester la faisabilité et la performance des systèmes nucléaires de quatrième génération (systèmes Gen)²⁹

Ce type de réacteur présente, parmi ses autres avantages, une petite taille et une faible puissance, qui permettent qu'ils soient :

« Fabriqués en usine, (...) transportés vers des sites isolés, placés sur des navires ou utilisés pour les besoins d'une usine en électricité ou en chaleur »³⁰

Face à un marché énergétique en pleine expansion, les SMR pourraient jouer un rôle stratégique dans la transition énergétique mondiale, et leur développement est suivi de près par de nombreux acteurs internationaux. En

²⁷ IAEA, « Pequeños reactores, gran potencial », *IAEA Bulletin*, 2025, traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur, [Pequeños reactores, gran potencial | OIEA](#).

²⁸ Irena Chatzis, *¿Son los reactores modulares pequeños un desafío para la gestión del combustible ?*, *Boletín del OIEA*, 2019, traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur. [6021111 es.pdf](#).

²⁹ Generation IV International Forum (GIF), *Welcome to the Generation IV International Forum*, s.d., traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur, [Welcome to the Generation IV International Forum | GIF Portal](#).

³⁰ Planète Énergie, *Les réacteurs nucléaires de demain*, Total Énergie, s.d., actualisé le 23 octobre 2023, consulté le 2 avril 2025 [Les réacteurs nucléaires de demain | Planète Énergies](#).

effet, ces projets offrent de nouvelles possibilités de coopération scientifique, dans lesquelles les pays plus avancés et leurs entreprises peuvent aider les pays émergents à accéder à cette technologie en partageant leurs connaissances. De cette manière, les pays développés peuvent contribuer activement à la lutte contre le changement climatique, tout en consolidant leur influence internationale :

« Les entreprises américaines, qui développent les technologies d'énergie nucléaire les plus avancées et les plus sûres présentes sur le marché, apportent leur concours en aidant les partenaires internationaux à construire de petits réacteurs modulaires »³¹

Dans la poursuite des objectifs de décarbonation et du renforcement de la souveraineté énergétique des pays alliés, les États-Unis, sous l'administration Biden, ont promu l'utilisation de l'énergie nucléaire. Pour cela, ils ont lancé le programme FIRST (*Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology*), dont l'objectif est d'aider les pays qui n'ont jamais utilisé ce type de technologies à les adopter.

« FIRST est un programme de renforcement des capacités conçu pour approfondir les liens stratégiques, soutenir l'innovation énergétique et promouvoir la collaboration technique avec les nations partenaires sur une infrastructure énergétique nucléaire sûre et sécurisée (...) Cette coopération inclut le soutien au déploiement de technologies nucléaires avancées, y compris les petits réacteurs modulaires (SMR), d'une manière conforme à l'approche par étapes de l'Agence internationale de l'énergie atomique pour la mise en œuvre d'un programme énergétique nucléaire responsable. »³²

Ce type d'initiative, favorisant l'échange de savoirs, constitue un pilier fondamental pour le développement futur du secteur nucléaire dans de nombreux pays. À titre d'exemple, bien que les petits réacteurs modulaires

³¹ Kirschner, *Le nucléaire à l'ère des petits réacteurs modulaires*.

³² World Nuclear News, *US State Department launches SMR support programme*, 29 avril 2021. Traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur. [US State Department launches SMR support programme - World Nuclear News](#).

(SMR) incarnent des progrès significatifs en matière de sûreté, ils génèrent néanmoins des déchets radioactifs, dont la gestion demeure une étape cruciale dans le cycle du combustible nucléaire. Irena Chatzis, interlocutrice de référence au sein des programmes de transfert technologique des SMR à l'AIEA, souligne :

« Les pays n'ayant pas encore recours à l'énergie nucléaire doivent examiner avec rigueur la gestion du combustible usé et mettre en place une infrastructure adaptée, parallèlement à leur démarche d'implantation nucléaire »³³

J'ai mis en avant plusieurs avantages des SMR dans le contexte du réchauffement climatique et de la transition énergétique, ainsi que les initiatives de coopération internationale visant à favoriser l'échange de connaissances sur cette technologie. Mais je voudrais faire une brève parenthèse concernant leur mise en œuvre à l'avenir. Malgré les défis réglementaires et techniques que cette technologie doit surmonter avant une adoption à grande échelle, les géants du numérique, tels que Google, Microsoft, Amazon et d'autres, réalisent déjà d'importants investissements dans différents projets afin de disposer de cette technologie à court terme. Cela vise à alimenter les centres de traitement de données, qui nécessitent de grandes quantités d'énergie pour fonctionner, tout en décarbonant leurs sources d'énergie. Toutefois, les énergies renouvelables, en raison de leur intermittence, présentent certaines limitations que l'énergie nucléaire peut compenser :

“ L'éolien et le solaire ne sont pas suffisamment fiables seuls, et, pour les besoins énergétiques les plus importants, consolider cette production intermittente avec des batteries de secours est coûteux, difficile et risqué. La confluence de ces facteurs pousse l'industrie des centres de données à envisager l'énergie nucléaire pour certaines situations ”³⁴

³³ Irena Chatzis, « ¿Son los reactores modulares pequeños un desafío para la gestión del combustible ? », *Boletín del OIEA*, 2019, traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur, [6021111 es.pdf](#).

³⁴ John Warden et Ruediger Koenig, «Data Centers: A New Dawn for Nuclear Energy», *International Journal for Nuclear Power 2* (2025): 45-52, traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur, [atw-2025-2 Data-Centers.pdf](#).

L'énergie nucléaire apparaît ainsi comme une ressource stratégique dans le cadre de la transition énergétique, essentielle à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans cette nouvelle perspective, la technologie des petits réacteurs modulaires (SMR) occupe une place centrale. Face à l'acceptation croissante de l'hégémonie russe et chinoise dans l'installation de centrales nucléaires de grande puissance, les États-Unis concentrent leurs efforts sur le développement, la protection par le biais de brevets, et la future commercialisation de ces réacteurs.

La mise en œuvre de cette technologie dans des pays disposant d'une expérience nucléaire limitée, voire inexistante, soulève des défis considérables. Toutefois, l'intérêt croissant de divers acteurs mondiaux ainsi que la création de nouvelles sources de financement permettent d'envisager un scénario d'expansion pour ce secteur.

Annexe 1

EXTRAITS DU STATUT DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (Tel qu'amendé au 28 décembre 1989)

La présente annexe contient une sélection d'articles du Statut de l'AIEA, adopté en 1956 et modifié en 1989, en lien avec les missions de l'agence, le transfert de technologie et les engagements des États membres. (Texte reproduit à titre informatif et non exhaustif.)

Source : [Statute of the IAEA - French](#)

ARTICLE II - Objectifs : L'Agence s'efforce de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier. Elle s'assure, dans la mesure de ses moyens, que l'aide fournie par elle-même ou à sa demande ou sous sa direction ou sous son contrôle n'est pas utilisée de manière à servir à des fins militaires.

ARTICLE III - Fonctions : A. L'Agence a pour attributions: 1. D'encourager et de faciliter, dans le monde entier, le développement et l'utilisation pratique de l'énergie atomique à des fins pacifiques et la recherche dans ce domaine; si elle y est invitée, d'agir comme intermédiaire pour obtenir d'un de ses membres qu'il fournisse à un autre membre des services, des produits, de l'équipement ou des installations; et d'accomplir toutes opérations ou de rendre tous services de nature à contribuer au développement ou à l'utilisation pratique de l'énergie atomique à des fins pacifiques ou à la recherche dans ce domaine; 2. De pourvoir, en conformité du présent statut, à la fourniture des produits, services, équipement et installations qui sont nécessaires au développement et à l'utilisation pratique de l'énergie atomique à des fins pacifiques, notamment à la production d'énergie électrique, ainsi qu'à la recherche dans ce domaine, en tenant dûment compte des besoins des régions sous- développées du monde; 3. De favoriser l'échange de renseignements scientifiques et techniques sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques; 4. De développer les

échanges et les moyens de formation de savants et de spécialistes dans le domaine de l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques; 5. D'instituer et d'appliquer des mesures visant à garantir que les produits fissiles spéciaux et autres produits, les services, l'équipement, les installations et les renseignements fournis par l'Agence ou à sa demande ou sous sa direction ou sous son contrôle ne sont pas utilisés de manière à servir à des fins militaires; et d'étendre l'application de ces garanties, à la demande des parties, à tout accord bilatéral ou multilatéral ou, à la demande d'un État, à telle ou telle des activités de cet État dans le domaine de l'énergie atomique (...) 7. D'acquérir ou d'implanter les installations, le matériel et l'équipement nécessaires à l'exercice de ses attributions, lorsque les installations, le matériel et l'équipement dont elle pourrait disposer par ailleurs dans la région intéressée sont insuffisants ou ne sont disponibles qu'à des conditions qu'elle ne juge pas satisfaisantes.

B. Dans l'exercice de ses fonctions, l'Agence: 1. Agit selon les buts et principes adoptés par les Nations Unies en vue de favoriser la paix et la coopération internationales, conformément à la politique suivie par les Nations Unies en vue de réaliser un désarmement universel garanti et conformément à tout accord international conclu en application de cette politique; 2. Etablit un contrôle sur l'utilisation des produits fissiles spéciaux reçus par elle, de manière à assurer que ces produits ne servent qu'à des fins pacifiques; 3. Répartit ses ressources de manière à assurer leur utilisation efficace et pour le plus grand bien général dans toutes les régions du monde, en tenant compte des besoins particuliers des régions sous- développées; 4. Adresse des rapports annuels sur ses travaux à l'Assemblée générale des Nations Unies et, lorsqu'il y a lieu, au Conseil de sécurité. Si des questions qui sont de la compétence du Conseil de sécurité viennent à se poser dans le cadre des travaux de l'Agence, elle en saisit le Conseil de sécurité, organe auquel incombe la responsabilité principale du maintien de la paix et de la sécurité internationales (...)

D. Sous réserve des dispositions du présent statut et de celles des accords conclus entre elle et un État ou un groupe d'États conformément

aux dispositions du présent statut, l'Agence exerce ses fonctions en respectant les droits souverains des États. (...)

ARTICLE VIII Échange de renseignements : A. Il est recommandé à chacun des membres de mettre à la disposition de l'Agence les renseignements qui pourraient, à son avis, être utiles à l'Agence. B. Chaque membre met à la disposition de l'Agence tous les renseignements scientifiques qui sont le fruit de l'aide accordée par l'Agence en vertu de l'article XI. C. L'Agence rassemble et met à la disposition de ses membres, sous une forme accessible, les renseignements qu'elle a reçus en vertu des paragraphes A et B du présent article. Elle prend des mesures positives pour encourager l'échange, entre ses membres, de renseignements sur la nature et l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, et, à cet effet, sert d'intermédiaire entre ses membres.

Bibliographie

Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). *Les réacteurs de recherche*.

Consulté le 25 mars 2025.

<https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>.

Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). *Operational Reactors by Country*.

Consulté le 20 mars 2025.

<https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>.

Chatzis, Irena. « ¿Son los reactores modulares pequeños un desafío para la gestión del combustible ? ». *Boletín del OIEA*, 2019. Traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur. 6021111_es.pdf.

CORDIS. *La sécurité de l'approvisionnement en combustible de l'UE assurée pour les réacteurs nucléaires*. 2025. Passer d'une source de combustible à une autre pour un approvisionnement constant en énergie verte | SWITCH Project | Résultats en bref | H2020 | CORDIS | Commission européenne.

Generation IV International Forum (GIF). *Welcome to the Generation IV International Forum*. S.d. Traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur. <https://www.gen-4.org>.

Grossi, Rafael Mariano. « L'énergie nucléaire : un retour au réalisme ». *La Revue de l'Énergie* 675 (2024) : 5-9.

Hans Jörg Laue. « L'énergie d'origine nucléaire et le transfert de technologies ». *Bulletin de l'AIEA* 24, no. 4 (1982) : 19.

International Atomic Energy Agency (IAEA). *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050*. Vienne : IAEA, 2024.

Kirschner. *Le nucléaire à l'ère des petits réacteurs modulaires*.

Laue, Hans Jörg. « L'énergie d'origine nucléaire et le transfert de technologies ». *Bulletin de l'AIEA* 24, no. 4 (1982) : 19.

Meyer, Teva. « L'énergie nucléaire : un bel avenir ? ». *Politique étrangère* 4, no. 244 (2024) : 71-83.

Naranjo, José. « Afrique abraza la energía nuclear ».

Planète Énergie. *Les réacteurs nucléaires de demain*. Total Énergie, s.d. Actualisé le 23 octobre 2023. Consulté le 2 avril 2025. <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/les-reacteurs-nucleaires-de-demain>.

World Nuclear Association. « Emerging nuclear energy countries ». Consulté le 10 août 2025. <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries>.

World Nuclear News. *US State Department launches SMR support programme*. 29 avril 2021. Traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur.

Warden, John, et Ruediger Koenig. « Data Centers: A New Dawn for Nuclear Energy ». *International Journal for Nuclear Power* 2 (2025) : 45-52. Traduction par IA Copilot, révisée par l'auteur.