

The background of the entire page is a grayscale photograph of the Atomium structure in Brussels, Belgium. The structure consists of three large spherical nodes connected by a network of white tubes. The top node is the most prominent, with a flag on top. The other two nodes are positioned lower and to the sides. The overall image is semi-transparent, allowing the text to be clearly visible.

PERSPECTIVES EUROPÉENNES POUR LE DÉVELOPPEMENT DES SMR

CONTRIBUTIONS :

- **Christophe Grudler**, Député européen (Renew Europe, MoDem), membre de la commission de l'industrie, de la recherche et de l'énergie
- **Jean-Luc Alexandre**, Président et fondateur de Naarea
- **Issam Taleb**, Associé chez EY-Parthenon

L'année 2023 a été marquée au niveau européen par une série d'indéniables succès quant à la prise en considération du rôle de la filière nucléaire européenne dans la décarbonation de notre continent à l'horizon 2050. Cela s'est traduit par la reconnaissance, en juin dernier, de l'hydrogène produit à partir de l'énergie nucléaire comme une source d'énergie à faible teneur en carbone ainsi que l'intégration des centrales nucléaires existantes dans la réforme du marché européen de l'électricité en décembre de la même année. Plus récemment, ce nouvel élan a été marqué par la publication d'une déclaration de l'alliance du nucléaire¹ appelant à mettre en œuvre «une directive bas-carbone», devant inclure le rôle de l'ensemble des sources d'énergie décarbonées dans notre processus de transition énergétique.

Aujourd'hui, cette prise de conscience du rôle de la filière nucléaire dans l'atteinte des objectifs de décarbonation de l'Union européenne à l'horizon 2050 se double d'une réflexion accrue vis-à-vis des réacteurs de 4ème génération, les SMR (Small modular reactors) et les AMR (Advanced modular reactors). Sous l'impulsion de la Commission et de Nuclear Europe a ainsi été créé l'Alliance européenne des SMR, lancée le 6 février 2024 et visant à favoriser l'essor des petits réacteurs nucléaires dans l'UE. Une «importante séquence» dédiée à l'énergie nucléaire s'est par ailleurs déroulée entre le 20 et le 22 mars à Bruxelles, consacrant l'intérêt renouvelé de la Commission européenne pour la contribution de l'atome dans la décarbonation de nos systèmes énergétiques.

Il a ainsi pu être observé la présence de la Commissaire à l'énergie, Kadri Simson, à la réunion annuelle de l'ENSREG, réunissant l'ensemble des régulateurs européens pour la sécurité nucléaire, ainsi que, deux jours plus tard, la participation de trois Commissaires à une matinée de discussions sur les SMR, signal fort du soutien européen à ces technologies en plein développement et dont le potentiel.

Cette séquence s'est enfin vue couronnée par la tenue du premier Sommet pour l'énergie nucléaire, le 21 mars, en présence de nombreux chefs d'Etats, dont Emmanuel Macron, du Directeur général de l'AIEA, Raphaël ou encore de l'Envoyé spécial pour le climat du Président Biden, John Podesta.

Ce sommet, qualifié par le Ministre turc des affaires étrangères de « tournant dans l'avenir du nucléaire civil » a permis d'asseoir la position du nucléaire, longtemps perçu – notamment en Europe – en déclin, tout en soulignant la présence d'obstacles encore majeurs à son redéveloppement, notamment du point de vue du financement des projets nucléaires par les acteurs publics.

Dans ce contexte, Confrontations Europe a souhaité publier un ensemble de contributions d'acteurs analysant les grands enjeux et défis pour la filière des réacteurs de 4ème génération, aujourd'hui en pleine croissance en Europe.

Brieuc Hallouët, Chef de Bureau de Bruxelles, Confrontations Europe

The background of the entire page is a grayscale photograph of the Atomium structure in Brussels, Belgium. The structure consists of three large spherical nodes connected by a network of tubular beams. The top node is the highest and features a flag on its peak. The middle and bottom nodes are arranged in a triangular pattern. The image is slightly faded to allow the text to be clearly visible.

LA TRANSITION CLIMATIQUE SE FERA AVEC LE NUCLÉAIRE, OU NE SE FERA PAS

CHRISTOPHE GRUDLER

Député européen (Renew Europe, MoDem)
Membre de la commission de l'industrie, de
la recherche et de l'énergie



Par Christophe Grudler,

Député européen (Renew Europe, MoDem)
Membre de la commission de l'industrie, de la
recherche et de l'énergie

LA TRANSITION CLIMATIQUE SE FERA AVEC LE NUCLÉAIRE OU NE SE FERA PAS

QUELLE PLACE POUR LE NUCLÉAIRE DANS LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

*Alors que les annonces en faveur du développement du nucléaire de quatrième génération en Europe se multiplient, **Christophe Grudler**, député européen (Renew Europe, MoDem) et membre de la commission de l'industrie, de la recherche et de l'énergie soulève pour Confrontations Europe les enjeux de la mise en œuvre d'une telle filière en Europe.*

L'Europe est à un tournant majeur dans son action climatique, au carrefour entre les objectifs de 2030, les ambitions de 2040 et l'horizon de neutralité carbone en 2050. La guerre en Ukraine, et la crise énergétique qui en a découlé en Europe, auraient pu refréner nos ambitions climatiques. Au contraire, elles n'ont fait que renforcer notre engagement climatique, et notre volonté de sortir des énergies fossiles.

La transition énergétique revêt dès lors un intérêt stratégique de premier plan. Pour mêler lutte contre le changement climatique et autonomie stratégique, il est essentiel de recourir à toutes les technologies propres, sans discrimination.

Face à ce double enjeu, l'Union européenne montre un regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire, comme en témoigne le lancement de l'Alliance industrielle européenne pour les petits réacteurs modulaires (SMR) le mois dernier faisant écho au projet de construction du premier projet Nuward sur le site de Marcoule, en France.

1. Les SMR : marqueur du retour du nucléaire sur le devant de la scène européenne.

Après plusieurs décennies où elle fut délaissée, l'énergie nucléaire redevient une option envisageable et envisagée à travers les petits réacteurs modulaires (SMR), moins puissants mais forts de nombreux atouts, à commencer par la moindre quantité de déchets.

En décembre dernier, le Parlement européen a adopté à une large majorité le premier texte 100% dédié à l'énergie nucléaire sous cette mandature. Le lancement officiel de l'alliance industrielle pour les SMR le 6 février dernier envoie aussi un signal fort : l'Europe renoue avec l'atome et entend stimuler le développement de nouvelles technologies SMR sur le sol européen.

Cela ouvre la voie à d'autres mesures de soutien, telles que la création d'une liste de projets importants d'intérêt européen commun, les fameux PIIEC, permettant de débloquer les aides d'État pour soutenir des projets stratégiques. Cela permettra de diversifier la chaîne de valeur en la rendant aussi européenne que possible, tout en stimulant l'investissement privé en donnant de la visibilité à de nouveaux projets à fort potentiel.

Nous pouvons constater le succès de l'alliance européenne de l'hydrogène, les PIIEC ont permis la réalisation de plus de 250 projets dans 20 États membres et 50 milliards d'euros d'investissements privés attendus.

Néanmoins, quelques inquiétudes persistent quant aux conditions d'accès à cette alliance, qui laissent la porte ouverte aux entités tierces leur permettant d'influencer l'écosystème nucléaire européen. Des pays comme la Bulgarie et la Pologne ont déjà préféré recourir à des technologies non européennes pour l'installation de futurs SMR. La course est lancée et l'Europe ne doit pas rester en queue de peloton, à l'image de notre industrie du solaire qui a totalement périclité face au concurrent chinois.

Mais les signaux sont positifs et les acteurs européens du secteur se mobilisent comme en illustre le récent partenariat conclu entre Naarea et Newcleo. Ces start-ups innovantes promettent la possibilité de construire des mini-réacteurs nucléaires en France, dès 2030. C'est donc maintenant que nous devons les soutenir, et non pas dans 5 ou 10 ans.

L'Union européenne exprime aujourd'hui la volonté politique d'inclure le nucléaire dans sa feuille de route climatique, mais les actions concrètes ne vont pas assez loin ni assez vite.

2. La prochaine étape : ouvrir les financements européens à l'atome

Pour mener la transition climatique et enclencher un renouveau industriel, nous devons cesser d'être naïfs et mobiliser tous les instruments dont nous disposons. À l'heure actuelle, la plupart des fonds européens discriminent l'atome, même quand celui-ci entre dans leurs champs d'application.

Un exemple concret avec la Banque européenne d'investissement (BEI). En tant que banque européenne du climat, la BEI contribue à concrétiser les engagements de l'accord de Paris et à accompagner le Pacte vert européen. Officiellement, l'énergie nucléaire est incluse dans les domaines d'investissement éligibles de la BEI, mais depuis 1987, aucun nouveau projet nucléaire n'a été financé sur les 500 milliards d'euros investis.

Les États européens sont maîtres d'adopter le mix énergétique qu'ils souhaitent, mais l'unanimité est nécessaire quand il s'agit de décider si la BEI peut investir dans le nucléaire. Ce fonctionnement n'est plus viable. **Je le rappelle, le double enjeu de neutralité climatique et d'autonomie stratégique doit constamment guider nos politiques.**

Repenser les financements européens afin de soutenir le déploiement des réacteurs à grande échelle et des SMR est, à cet égard, une étape clé pour renforcer notre autonomie stratégique et engager notre transition climatique.

3. La prochaine mandature sera l'opportunité de mieux intégrer le nucléaire dans les politiques environnementales européennes.

Cette dynamique autour des SMR est positive. Mais il faut maintenant une traduction concrète dans la politique climatique européenne.

L'Union européenne ne devrait plus faire reposer sa politique énergétique sur des objectifs exclusivement renouvelables, mais privilégier une approche plus large, axée sur les énergies propres. Aujourd'hui, la France émet deux fois moins de gaz à effet de serre que l'Allemagne. Mais c'est la France qui est épinglée parce qu'elle n'a pas atteint ses objectifs de renouvelables.

The background of the cover is a grayscale photograph of the Atomium structure in Brussels, Belgium. The structure consists of three large spherical nodes connected by a network of tubes. The top node is the most prominent, with a flag on top. The other two nodes are positioned to the left and right, and slightly lower. The structure is set against a light sky, with some trees and a building visible in the lower-left corner.

**PERSPECTIVES
EUROPÉENNES POUR
LE DÉVELOPPEMENT
DU NUCLÉAIRE**

JEAN-LUC ALEXANDRE

Président et fondateur de Naarea



Par Jean-Luc Alexandre

Président et fondateur de Naarea

PERSPECTIVES EUROPÉENNES POUR LE DÉVELOPPEMENT DU NUCLÉAIRE

Dans un contexte marqué par la tenue du Sommet sur l'énergie nucléaire à Bruxelles, le 21 mars 2024, **Jean-Luc Alexandre**, Président et fondateur de Naarea a accordé un entretien à *Confrontations Europe* :

◆ **Cette semaine du nucléaire s'achève, pour vous quelles sont les principales avancées de cette séquence ? Qu'en reprenez-vous ?**

Jean-Luc Alexandre : L'origine de cette séquence remonte aux annonces de Belfort en 2022. La France a joué un rôle moteur dans ce revirement favorable au nucléaire, en particulier à travers l'Alliance nucléaire des Etats membres.

Selon moi, le *Nuclear Energy Summit* organisé par l'AIEA est aussi d'ordre historique. En son sein, la Commission européenne a tout de même affirmé que le nucléaire contribuait significativement à l'objectif de neutralité climatique. Nous rejoignons Ursula Von der Leyen et le Président de la République lorsqu'ils insistent sur la priorité qui doit être d'assurer de nouveaux investissements. Toutefois, nous pensons aussi que l'industrie doit prendre sa part : elle doit « se discipliner », se mettre en ordre de marche pour accélérer les calendriers. A ce titre, je retiens aussi les termes de la Présidente de la Commission européenne : « Les SMRs et les AMRs sont des technologies prometteuses mais nous sommes face à une course contre la montre », alors « il faut y aller ». Ces annonces représentent la suite logique de la COP28 avec l'accord adopté qui appelait à « accélérer » le développement de l'atome, en tant que source d'électricité bas carbone.

Thierry Breton, Commissaire européen au marché intérieur a rappelé lui-même le changement de cap de l'exécutif européen au sujet du nucléaire. En arrivant à Bruxelles, il a demandé qui était chargé de ce dossier à la Commission. Ce à quoi on lui aurait répondu : « Monsieur, on ne peut pas prononcer ce mot ici ». Il s'est félicité d'avoir réintroduit « le nucléaire au cœur de la législation européenne ». Il a souligné qu'il faudra « probablement doubler la capacité de production de l'énergie nucléaire » d'ici à 2050.

Nous devons le marteler sans cesse : sans l'atome, nous ne pourrions pas atteindre nos objectifs de décarbonation et faire face au « mur énergétique ».

Cela peut paraître anecdotique mais sur le chemin d'accès au Sommet quelques militants anti-nucléaires faisaient face à plusieurs dizaines de personnes rassemblées avec des pancartes et des banderoles pronucléaires. C'est là une situation nouvelle, qui témoigne du renversement qui s'opère depuis peu, en particulier au sein de la jeune génération.

◆ Comment comptez-vous contribuer à cette alliance des SMRs lancée par la Commission européenne ?

J-L.A : Le « Dissemination event » sur l'Alliance des SMRs organisé par la Commission européenne avait pour objectif de faire le point sur la mise en place de l'Alliance lancée en février dernier. J'étais convié par la Commission européenne ainsi que Stefano Buono de newcleo et notre présence a confirmé quatre points déterminants :

- L'Alliance des SMRs et AMRs doit soutenir l'émergence de projets très concrets en lien avec les utilisateurs finaux
- Elle s'assurera que les acteurs développant des solutions ont accès à des financements adaptés
- Elle accompagnera la mise en place d'une Supply Chain européenne dédiée au développement des SMR
- Enfin, la Commission souhaite travailler tout aussi bien avec les acteurs de la 3ème génération qu'avec ceux de la 4ème.

Ce dernier point est important. Il démontre combien les autorités ont pris la mesure de la grande diversité des projets développés actuellement, qu'il s'agisse de leur technologie, de leur puissance, de leurs cibles ou de leurs combustibles. Avec newcleo, nous sommes persuadés depuis le début qu'il nous faut fonctionner en alliances pour relever les défis qui se présentent. C'est pourquoi nous avons lancé dès le début 2024 un partenariat stratégique et industriel dédié au nucléaire de 4ème génération (Gen-IV), et plus particulièrement aux neutrons rapides.

Il s'inscrit dans une démarche complémentaire de l'indispensable alliance européenne des SMR. Le but est de mutualiser nos efforts pour accélérer l'innovation dans le domaine du nucléaire de 4e génération, mais aussi gagner en efficacité, tout en conservant nos deux technologies et nos spécificités. Cette alliance nouée avec newcleo s'est vue complétée par une coopération stratégique dans les sels fondus avec Thorizon afin d'optimiser, grâce aux réacteurs à neutrons rapides, la réutilisation des combustibles usagés. La création d'un groupe de travail spécifique au sein de l'Alliance européenne pourrait permettre à nos travaux communs d'avancer significativement.

Notre technologie XAMR à neutrons rapides et à sels fondus permettra de fermer le cycle du combustible, favorisant ainsi l'émergence d'un nucléaire 100% durable. Il est évident que la maîtrise du nucléaire du futur passe par la maîtrise de la matière. L'Europe possède de grands atouts pour cela, il est temps de les développer. Je tiens aussi à souligner que la France possède un savoir et un savoir-faire au sujet des neutrons rapides, grâce aux programmes Phénix, Superphénix et ASTRID, qui représente un véritable avantage compétitif dans la course internationale actuelle.

En tant que spécialistes des sels fondus, nous avons aussi initié de premiers travaux avec Orano qui reconnaît la technologie comme très prometteuse pour deux raisons majeures : sa flexibilité d'utilisation et surtout en spectre rapide, lorsqu'elle est utilisée comme dans nos XAMR. Ces derniers sont en effet capables de brûler les actinides mineurs, qui sont considérés jusqu'à présent comme des déchets car non recyclés. Avec ce concept s'ouvrent de nouvelles perspectives pour réduire le volume et la radiotoxicité des déchets à vie longue, principal frein à la durabilité du nucléaire.

◆ A propos du nucléaire et notamment du nucléaire innovant, on entend beaucoup parler de la « Team France » ces derniers temps. Comment NAAREA travaille-t-elle avec son écosystème ?

J-L.A : Au Nuclear Energy Summit, la France était la première délégation européenne et, d'un point de vue international, la deuxième derrière celle des Etats-Unis. Les équipes de NAAREA étaient bien sûr très présentes.

Dès le début, nous avons engagé un ensemble de collaborations de recherche et développement avec des acteurs de premier plan de l'industrie nucléaire et de la recherche. A ce titre, des accords ont été conclus avec les Universités de Paris-Saclay et Lille, les centres CNRS de Poitiers et de La Rochelle en France. En Europe, NAAREA travaille avec le SCK-CEN (équivalent du CEA en Belgique), l'ITU de Karlsruhe en Allemagne, l'Université de Bangor et le National Nuclear Laboratory au Royaume-Uni.

En parallèle, nous avons signé des accords de partenariat avec Orano, le CEA, Dassault Systèmes, Assystem, Mersen et plus récemment avec Veolia Nuclear solutions.

NAAREA est aussi membre de plusieurs associations et fédérations: le Groupement des Industriels Français de l'Énergie Nucléaire (GIFEN), Nucleareurope (ex FORATOM), le CSF Nouveaux Systèmes Energétiques, La Place Stratégique, SFEN, Nuclear Valley, Polénergie, la SNETP.

◆ Comment voyez-vous le nucléaire du futur ?

J-L.A : Il nous faut penser simultanément territoires et besoins industriels locaux. Il nous faut aussi penser de manière holistique. Un mix est un ensemble de technologies reconnues pour leur efficacité mais aussi pour leur complémentarité.

Les AMRs sont complémentaires du nucléaire conventionnel dans la mesure où ils permettent de brûler la fraction des déchets nucléaires de très longues vies issus des combustibles usagés sortant des centrales existantes de 3^{ème} génération. Ils permettent donc de rendre durable l'ensemble de la chaîne de fission nucléaire.

Les AMRs, par leur petite taille, ont aussi vocation à être implantés au plus près des industries, dans des bassins d'emploi pour former de véritables boucles locales d'énergie avec les renouvelables. Au-delà de la taille, notre solution est disruptive: modulaire elle produira des réacteurs en série de façon industrielle. Nous visons d'ailleurs un volume d'une centaine d'XAMR fabriqués ainsi dans notre usine par an.

The background of the entire page is a grayscale photograph of the Atomium structure in Brussels, Belgium. The structure consists of three large spherical nodes connected by a network of tubes. The top node is the most prominent, with a flag on top. The other two nodes are positioned lower and to the sides. The overall image is semi-transparent, allowing the text to be clearly visible.

**LE VÉRITABLE POUVOIR
DU SMR SUR LA VOIE
D'UN AVENIR
ÉNERGÉTIQUE DURABLE**

ISSAM TALEB

Associé chez EY-Parthenon, Paris



Par Issam Taleb,
Associé chez EY-Parthenon, Paris

LE VÉRITABLE POUVOIR DU SMR SUR LA VOIE D'UN AVENIR ÉNERGÉTIQUE DURABLE

*Dans cet article, **Issam Taleb**, Associé chez EY-Parthenon et spécialiste des systèmes énergétiques dévoile pour Confrontations Europe les principales conclusions de la grande étude menée par les bureaux d'EY-Parthenon en Europe, aux Etats-Unis et en Asie sur les enjeux de l'émergence du marché des SMR et AMR.*

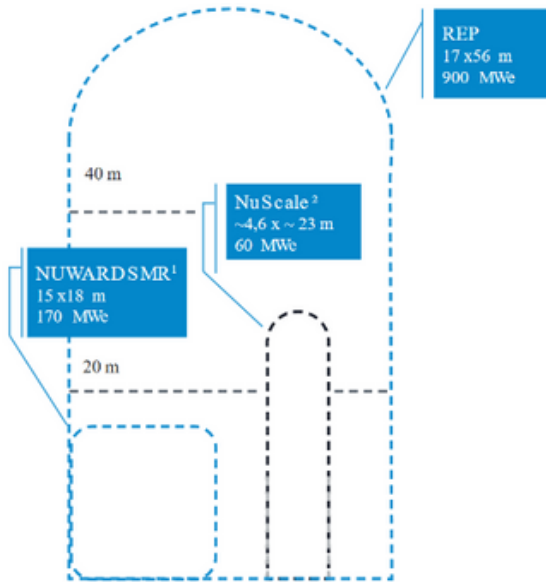
Alors que la deuxième moitié du 20ème siècle a vu l'essor rapide et massif de l'industrie nucléaire, le début du 21ème en a vu le ralentissement, alimenté par les accidents de Tchernobyl, de Fukushima et par leur impact sur les opinions publiques. Depuis 2020 pourtant, le nucléaire revient sur le devant de la scène et s'affirme comme l'une des briques techniques qui permettra de répondre à la demande massive d'énergie décarbonée que suppose l'électrification des usages, elle-même induite par la raréfaction des ressources fossiles et surtout par l'urgence climatique.

Ainsi, la source nucléaire est de plus en plus intégrée aux feuilles de route des Etats, aussi bien dans son format historique avec des réacteurs de génération III ou III+ de grande taille (à eau pressurisée ou bouillante, de 900 à 1600 MWe) que sous la forme de réacteurs plus petits de génération III+ ou IV : les SMR/AMR.

Les SMR (Small Modular Reactor) sont des réacteurs de génération III ou III+ de faible puissance.

Les AMR (Advanced Modular reactors) sont des réacteurs de génération IV (réacteurs à très haute température, sels fondus, métal fondu) permettant notamment de recycler du combustible usé ou de mettre en œuvre des solutions de sûreté passive mais dont la maturité est encore faible.

Nous désignons par abus de langage les SMR/AMR par le terme SMR.



Dimensions d'un réacteur à eau pressurisée (REP) conventionnel et des SMR.

Les SMR : définition et promesses

Les SMR sont des réacteurs nucléaires ayant trois caractéristiques majeures :

- Small – une puissance allant de 2 à 300 MWe
- Modular – une conception permettant la fabrication en usine et l'assemblage sur site d'unités de production qui peuvent être additionnées
- Reactors – le recours aux réactions de fission nucléaire pour produire de la chaleur et potentiellement de l'électricité

La promesse industrielle des SMR est de construire des installations nucléaires de façon plus industrielle et standardisée, ce qui tendrait à sécuriser les coûts de construction et à réduire les aléas tout en autorisant un apport d'électricité ou de chaleur décarbonée pour des usages très divers. Cette promesse est en rupture avec la tendance historique consistant à construire des centrales de plus en plus grosses permettant de mutualiser des coûts fixes.

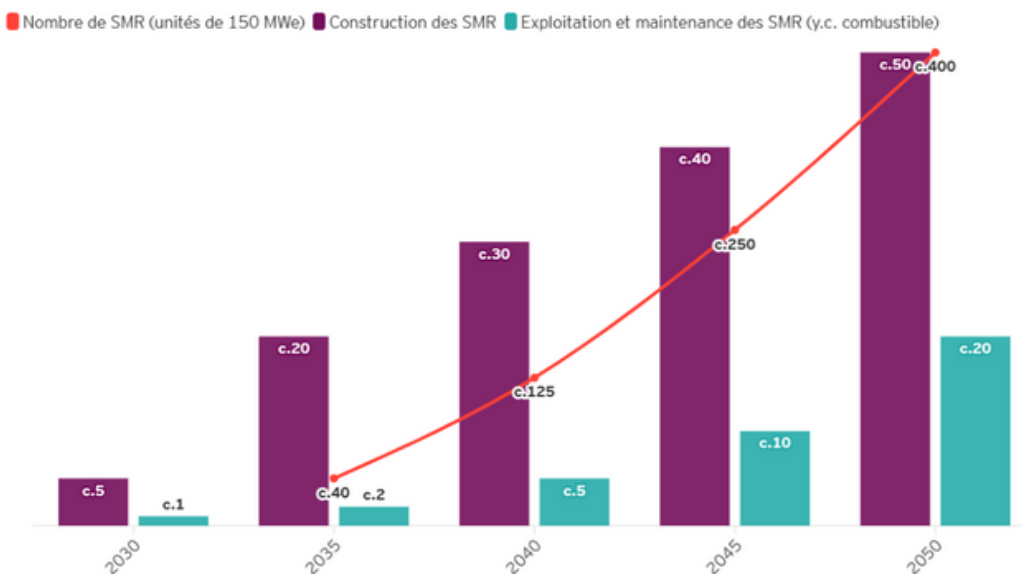
Plusieurs industriels historiques ont monté leurs projets de SMR à l'image d'EDF, General Electric-Hitachi, Rolls-Royce ou Westinghouse, principalement dédiés à la production d'électricité avec des unités de taille moyenne (100-300 MWe) recourant à des technologies éprouvées (Réacteur à Eau Pressurisée) parfois déjà utilisées dans d'autres contextes (sous-marin nucléaire par exemple).

Parallèlement, un écosystème de start-up s'est constitué autour de projets de plus petites unités (10 à 100 MWe). Celles-ci sont majoritairement de génération IV et dédiées à la production de chaleur.

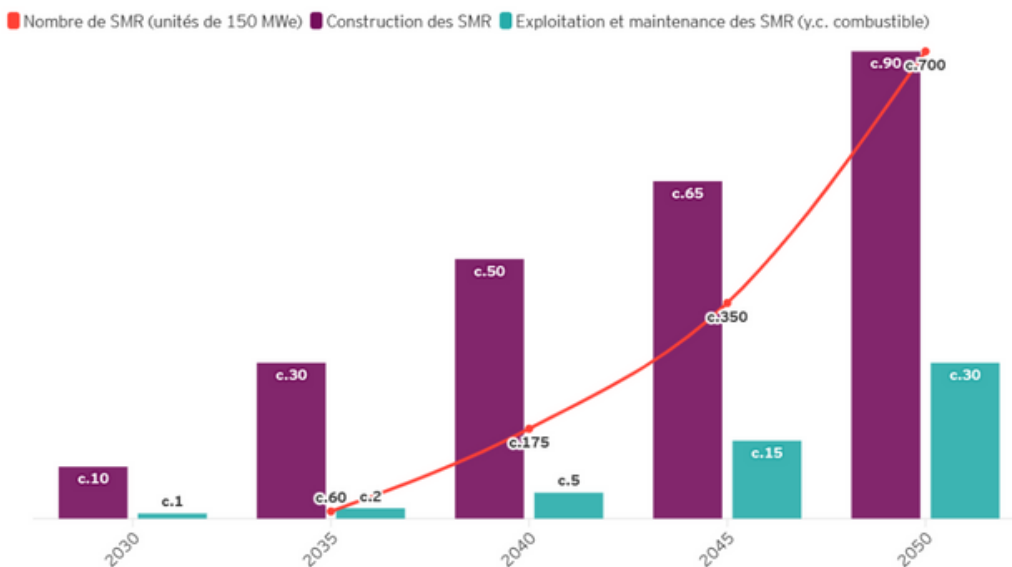
Le marché des SMR est estimé à 70-120 Mds\$ en 2050 et correspond à deux activités. En premier lieu, la construction des unités est une activité très capitalistique mais non récurrente estimée à 50-90 Mds\$/an en 2050, soit 5 à 10 GWe de capacité construite par an.

En second lieu, l'exploitation des unités de production couvre la fourniture du combustible et la gestion des installations. Cette activité est moins capitalistique mais récurrente et est estimée à 20-30 Mds\$/an en 2050 correspondant à une base installée de 60 à 100 GWe. La dynamique de ce marché suit de quelques années celle de la construction.

Scénario réaliste



Scénario accéléré



Marché annuel des SMR (2030-2050), (Md USD - y.c. inflation de 2%)

Les principaux domaines de développement des SMR correspondent à des secteurs à fort besoin d'énergie décarbonée où les SMR sont techniquement et financièrement compétitifs. Cette correspondance entre les besoins de chaque marché et les caractéristiques techniques des SMR dépend notamment de la puissance du réacteur et de sa température. Ainsi, les réacteurs à eau pressurisée dont la technologie est mature mais dont la température de l'ordre de 300°C correspondront à des usages de type réseau électrique ou réseau de chaleur alors que des réacteurs fonctionnant à plus haute température permettront d'adresser les besoins de la métallurgie ou de la chimie à l'instar des HTGR (High Temperature Gas-cooled Reactor, 800°C).

■ Injection sur le réseau ■ Hydrogène ■ Acier et aluminium ■ Chauffage urbain ■ Ciment, verre et céramique ■ Autres* ■ Dessalement
■ Pâte à papier



* "Autres" inclut d'autres applications telles que l'alimentation, le textile, les segments des centres de données et d'autres utilisations industrielles.

Répartition des SMR par application en 2050

En tenant compte des considérations ci-dessus, et de la maturité des différentes technologies, les principaux secteurs de développement des SMR identifiées en 2050 sont l'injection d'électricité sur le réseau (particulièrement en lieu et place de centrales à charbon), la production d'hydrogène (en pétrochimie notamment) et la métallurgie. D'autres usages ont un potentiel de développement significatif, tels que la production de chaleur domestique, l'alimentation de fours de cimenterie, la désalinisation d'eau de mer, les processus de fabrication de papier et de fibres ou encore l'alimentation de data centers.

Les régions où les SMR ont le plus de chances de se développer sont celles proposant à la fois un tissu industriel à décarboner, un vivier de compétences, un fort soutien financier et réglementaire ainsi qu'une politique volontariste de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Les régions répondant à ces critères sont l'Asie, l'Europe et l'Amérique du Nord. Ces régions bénéficient en effet d'une filière nucléaire existante (CGNPG, EDF, GE-Hitachi, Rolls-Royce, Westinghouse...) et d'un fort soutien public qui a notamment permis l'émergence et le financement de nombreuses start-up dans une logique de foisonnement technologique.

■ Asie-Pacifique ■ Europe ■ Amérique du Nord ■ CEI ■ Moyen-Orient ■ Amérique Latine ■ Afrique



Répartition des SMR par localisation en 2050

Quatre défis à relever pour permettre le développement des SMR

Alors que des SMR existent depuis longtemps à l'état de projets non-industriels, la filière bénéficie aujourd'hui d'une conjonction inédite de facteurs qui la crédibilisent. En premier lieu, les technologies de génération III+ et IV peuvent s'appuyer sur un retour d'expérience abondant et disponible, en deuxième lieu, le soutien public renaissant de la filière conduit à en reconstituer massivement les capacités industrielles et financières, enfin, la demande de clients finaux émerge et entraîne un investissement privé de plus en plus significatif.

Néanmoins, pour préserver et accélérer sa dynamique, une industrie aussi capitalistique a besoin d'un fort soutien financier et d'un engagement à long terme de toutes les parties prenantes. A ce titre, quatre principaux défis doivent être relevés pour permettre le développement des SMR :

- Soutien gouvernemental : des programmes de financement gouvernementaux pluriannuels doivent donner de la visibilité à la filière afin de permettre l'investissement dans des conditions financières et opérationnelles saines et transparentes
- Capacité réglementaire : le mandat et les ressources des régulateurs doivent être adaptés aux SMR qui devront pouvoir être construits par plusieurs acteurs pour être implantés dans plusieurs régions avec une fabrication aussi standardisée que possible
- Renforcement de la supply chain : la filière dans son ensemble doit organiser sa montée en compétence par la formation et la capitalisation d'expériences pour accélérer sa courbe d'apprentissage sans oublier les enjeux d'approvisionnement en combustible nécessaire à l'ensemble des projets SMR/AMR
- Coordination de l'écosystème : les constructeurs, leurs sous-traitants et les régulateurs doivent coordonner leurs travaux afin de maximiser l'effet de série et de minimiser les contraintes de qualification tout en assurant la sûreté des installations et la maîtrise du risque de prolifération