

Le véritable pouvoir du SMR sur la voie d'un avenir énergétique durable

Auteurs

Jérémie Haddad

Issam Taleb

5 min de temps de

lecture 19 mars

2024

Fruit du travail collaboratif des bureaux d'EY-Parthenon en Europe, aux Etats-Unis et en Asie, cet article présente le marché

émergent des Small Modular Reactor/ Advanced Modular reactors (SMR/AMR), ses opportunités et ses défis. Nous sommes fiers de vous présenter nos perspectives de ce marché, alimentées par les retours de terrain de nombreux experts.

En résumé :

- Que sont les SMR/AMR et à quoi servent-ils ?
 - Quelles sont les opportunités de ce marché sur la période 2030-2050 ?
 - Quels sont les défis à relever pour favoriser l'essor de la filière ?
-

Un retour en grâce du nucléaire

A lors que la deuxième moitié du 20ème siècle a vu l'essor rapide et massif de l'industrie nucléaire, le début du 21^{ème} 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.

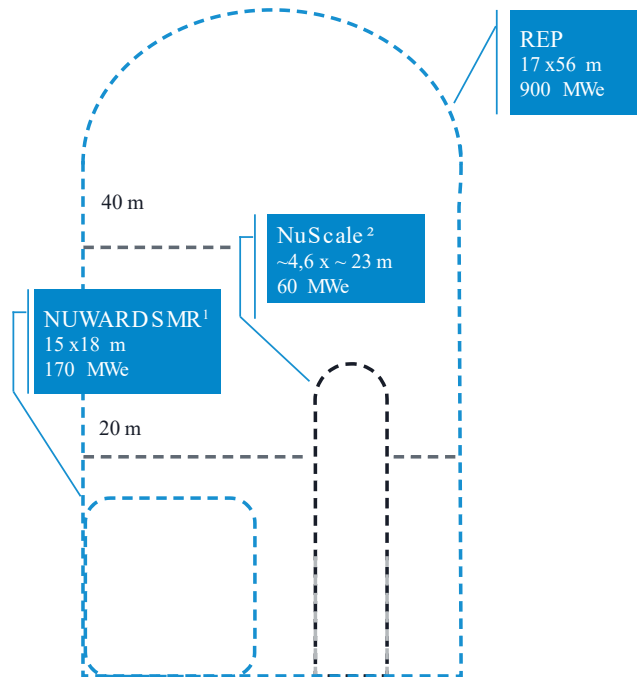
Ainsi, la source nucléaire est de plus en plus intégrée aux feuilles de route des Etats, aussi bien dans son format historique avec des réacteurs de génération III ou III+ de grande taille (à eau pressurisée ou bouillante, de 900 à 1600 MWe) que sous la forme de réacteurs plus petits de génération III+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



¹ NUWARD est une société française et filiale d'EDF, développant un réacteur de 170 MWe. Représenté : coffret métallique NUWARD.

² NuScale est une société américaine développant un SMR de 50 à 77 MWe. Représenté : enceinte métallique NUWARD.

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.

Les SMR : un marché de 70-120 Md\$/an en 2050, principalement dédié au réseau électrique et à l'industrie en Asie, en Europe et en Amérique du Nord

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.

Articles associés

Le potentiel économique dans le démantèlement ...

Découvrez les enseignements du White Paper d'EY-Parthenon au...

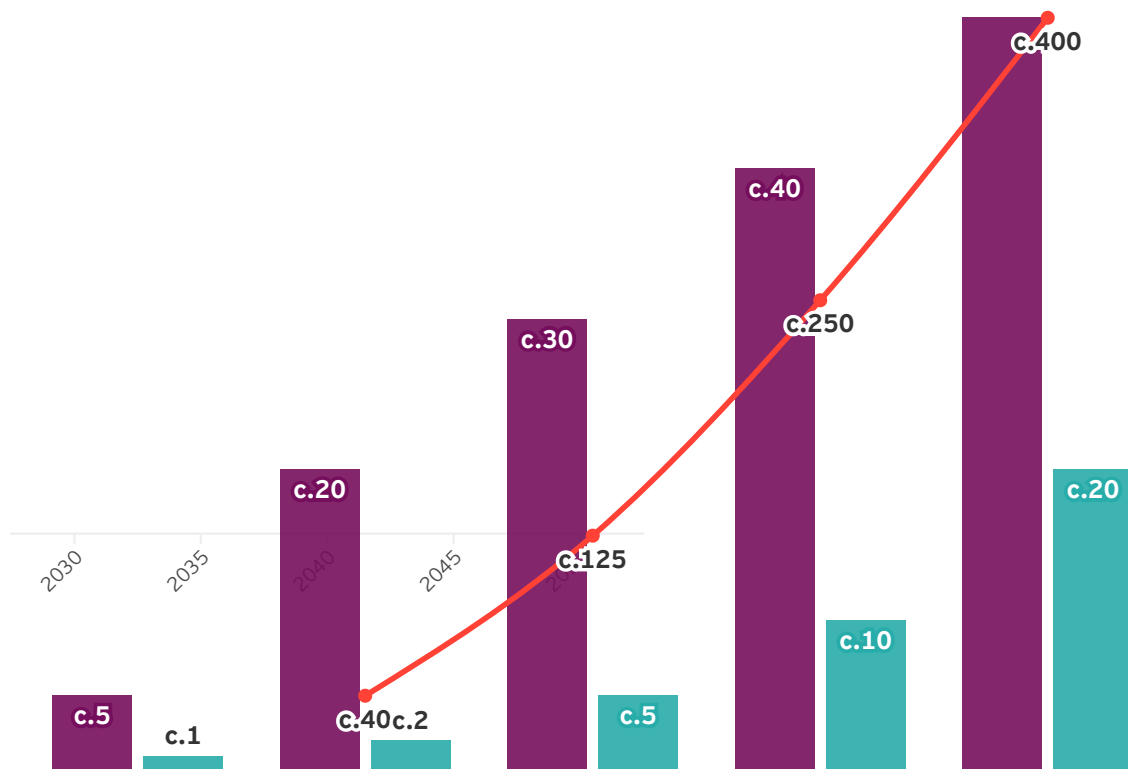
15 déc. 2022 | **Bruno Bousquié**

Marché annuel des SMR (2030-2050)

(Md USD - y.c. inflation de 2%)

Scénario réaliste

Nombre de SMR (unités de 150 MWe) Construction des SMR
Exploitation et maintenance des SMR (y.c. combustible)

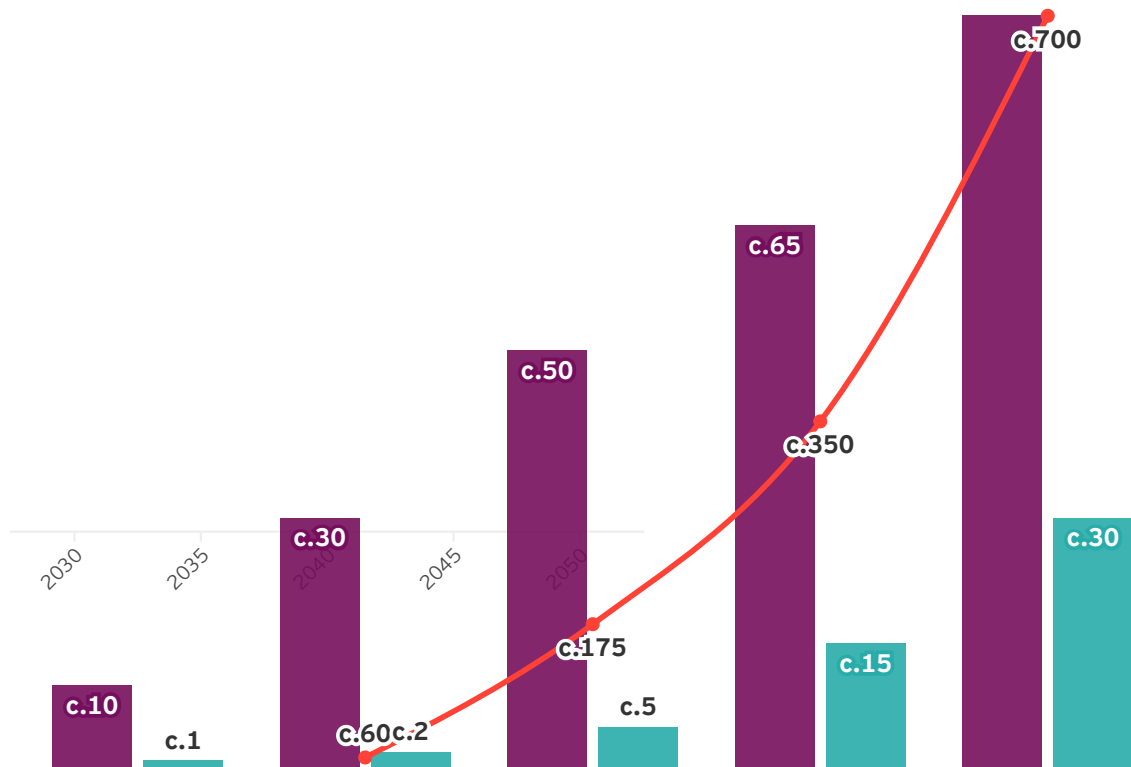


Marché annuel des SMR (2030-2050)

(Md USD - y.c. inflation de 2%)

Scénario accéléré

Nombre de SMR (unités de 150 MWe) Construction des SMR
Exploitation et maintenance des SMR (y.c. combustible)



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).

Répartition des SMR par application en 2050

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.

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.

Répartition des SMR par localisation en 2050

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



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
- 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

Etude Nuclear Energy SMR PoV

PDF (9 MB)

Ce qu'il faut retenir

Les SMR ont un rôle à jouer dans une transition vers des énergies décarbonées et pilotables. Le marché des SMR présente donc un fort potentiel économique et technique mais qui nécessite un engagement de long terme de la part des Etats, des régulateurs, des industriels et des investisseurs. Dans un souci d'accélération de la courbe d'apprentissage et de rationalisation de la qualification, nous prévoyons une tendance à la coopération et à la mutualisation, qui permettra aux acteurs d'atteindre d'importantes synergies d'ingénierie d'abord, puis de construction pour viabiliser et pour renforcer cette filière encore émergente.

A propos de cet article

Auteurs

Jérémie Haddad

Associé, Consulting, Customer, Power & Utilities
Leader, France

Issam Taleb

Associé, EY-Parthenon, Energy Strategy and
Transaction France Leader

Related topics

Énergie et ressources

Power and utilities

L'avenir de la production du
secteur Power & Utilities



Recommander

15

EY | Assurance | Consulting | Strategy and Transactions | Tax

About EY

EY is a global leader in assurance, consulting, strategy and transactions, and tax services. The insights and quality services we deliver help build trust and confidence in the capital markets and in economies the world over. We develop outstanding leaders who team to deliver on our promises to all of our stakeholders. In so

doing, we play a critical role in building a better working world for our people, for our clients and for our communities.

EY refers to the global organization, and may refer to one or more, of the member firms of Ernst & Young Global Limited, each of which is a separate legal entity. Ernst & Young Global Limited, a UK company limited by guarantee, does not provide services to clients. For more information about our organization, please visit ey.com.

© EYGM Limited. All Rights Reserved.

EYG/OC/FEA no.

ED MMY

This material has been prepared for general informational purposes only and is not intended to be relied upon as accounting, tax, or other professional advice. Please refer to your advisors for specific advice.