

Les petits réacteurs modulaires sont morts-nés

Malgré une forte promotion, les SMR sont trop chers et il n'y a pas d'acheteurs

Par Jim Green

Avec des perspectives quasi nulles pour de nouveaux réacteurs de grande puissance dans de nombreux pays, l'industrie nucléaire promeut fortement l'idée de construire de petits réacteurs modulaires (SMR). Ces réacteurs auraient une capacité inférieure à 300 mégawatts (MW), alors que les grands réacteurs ont généralement une capacité de 1 000 MW.

La construction sur les sites des réacteurs serait remplacée par une production en usine standardisée des composants du réacteur, puis l'installation sur le site du réacteur, réduisant ainsi les coûts et améliorant le contrôle de la qualité. L'accent dans cet article est mis sur l'économie discutable des SMR, mais quelques caractéristiques frappantes de l'univers des SMR doivent être mentionnées (pour plus de détails, voir le numéro de mars de Nuclear Monitor).

Combustibles fossiles et militarisation

Premièrement, l'enthousiasme pour les SMR n'a pas grand-chose à voir avec l'environnementalisme respectueux du climat. Environ la moitié des SMR en construction (la centrale électrique flottante russe, les navires brise-glace russes RITM-200 et le réacteur de démonstration chinois ACPR50S) sont conçus pour faciliter l'accès aux ressources en combustibles fossiles dans l'Arctique, la mer de Chine méridionale et ailleurs.

Un autre exemple vient du Canada, où une application des RMP à l'étude consiste à fournir de l'électricité et de la chaleur pour l'extraction d'hydrocarbures des sables bitumineux.

Une deuxième caractéristique frappante de l'univers SMR est qu'il est profondément interconnecté avec les militaires :

- L'expérience et l'expertise de l'Argentine avec les petits réacteurs découlent de son programme historique d'armement, et son intérêt pour les SMR est lié à son intérêt pour les petits réacteurs pour la propulsion navale.

- L'intérêt de la Chine pour les SMR s'étend au-delà de l'extraction de combustibles fossiles et comprend la construction et l'exploitation d'îles artificielles dans sa tentative de revendiquer une vaste zone de la mer de Chine méridionale.

- L'intérêt de l'Arabie saoudite pour les SMR est probablement lié à son intérêt pour le développement d'armes nucléaires ou d'une capacité d'armement latente.

- Une filiale de Holtec International a activement recherché un rôle militaire, invitant la National Nuclear Security Administration des États-Unis à examiner la faisabilité d'utiliser un projet SMR pour produire du tritium, utilisé pour augmenter le rendement explosif des armes nucléaires.

- Des propositions sont à l'étude aux États-Unis pour construire des SMR dans des bases militaires et peut-être même pour les utiliser pour alimenter des bases d'opérations avancées.

- Au Royaume-Uni, Rolls-Royce fait la promotion des RMP au motif qu'« un programme britannique de RMP nucléaire civil soulagerait le ministère de la Défense du fardeau du développement et de la conservation des compétences et des capacités ».

Brise-glace russe RIA Novosti

Les petits réacteurs modulaires des brise-glaces russes ne sont pas respectueux du climat mais sont utilisés pour faciliter l'accès aux ressources en combustibles fossiles dans l'Arctique. (Photo RIA Novosti/WikiCommons)

Évaluations économiques indépendantes

Les SMR seront presque certainement plus chers que les grands réacteurs (plus précisément, les coûts de construction seront moins élevés mais l'électricité produite par les SMR sera plus chère). Ils subiront inévitablement des pertes d'économies d'échelle : un SMR de 250 MW générera 25 % de la puissance d'un réacteur de 1 000 MW, mais il nécessitera plus de 25 % des intrants matériels et du personnel, ainsi qu'un certain nombre d'autres coûts, notamment la gestion des déchets et le démantèlement sera proportionnellement plus élevé.

Il est très peu probable que les économies potentielles résultant de la production en usine standardisée compensent ces pertes d'économie d'échelle.

William Von Hoene, vice-président senior d'Exelon, a exprimé son scepticisme à l'égard des SMR : « À l'heure actuelle, les coûts des SMR, en partie à cause de la taille et en partie à cause de la sécurité associée à toute centrale nucléaire, sont prohibitifs » disait-il l'année dernière. « Il est possible que cela évolue avec le temps, et nous sommes impliqués dans l'examen de cette technologie. En ce moment, ils sont prohibitifs.

Chaque évaluation économique indépendante révèle que l'électricité produite par les réacteurs SMR sera plus chère que celle des grands réacteurs.

Une étude de WSP / Parsons Brinckerhoff, commandée par la Commission royale du cycle du combustible nucléaire d'Australie-Méridionale 2015/16, a estimé les coûts de 180 184 \$ A/MWh (127 130 \$ US) pour les grands réacteurs à eau sous pression et les réacteurs à eau bouillante, par rapport à A 198–225 \$ (140–159 \$ US) pour les SMR.

Un rapport de 2015 de l'Agence internationale de l'énergie et de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE prédit que les coûts d'électricité des réacteurs SMR seront généralement de 50 à 100 % plus élevés que ceux des grands réacteurs actuels, bien qu'il laisse espérer que la production en grande quantité de SMR en usine pourrait aider à réduire frais.

Un rapport du cabinet de conseil Atkins pour le ministère britannique des Affaires, de l'Énergie et de la Stratégie industrielle a révélé que l'électricité du premier SMR au Royaume-Uni serait 30 % plus chère que l'électricité des grands réacteurs, en raison des pertes d'économie d'échelle et des coûts de déploiement. technologie unique en son genre.

Un article de quatre chercheurs actuels et anciens du Département d'ingénierie et de politique publique de l'Université Carnegie Mellon, publié en 2018 dans les Actes de la National Academy of Sciences, a examiné les options pour le développement d'un marché SMR aux États-Unis. Ils ont conclu qu'il ne serait pas viable à moins que l'industrie ne reçoive « plusieurs centaines de milliards de dollars de subventions directes et indirectes » au cours des prochaines décennies.

Pas de marché

Les amateurs de SMR envisagent l'émergence d'un grand marché SMR dans les années à venir. Un rapport de 2014 fréquemment cité du UK National Nuclear Laboratory estime que 65 à 85 gigawatts (GW) de capacité SMR installée d'ici 2035, évaluée à 250 à 400 milliards de livres sterling.

Mais en vérité, il n'y a pas de marché pour les SMR. Thomas Overton, rédacteur en chef adjoint du magazine POWER, écrivait en 2014 : « Au cimetière où réside la « renaissance nucléaire » des années 2000, un nouvel occupant semble emménager : le petit réacteur modulaire (SMR). ... Au cours de la dernière année, l'industrie SMR s'est heurtée à un problème inconfortable et pas tout à fait imprévisible : il semble que personne ne veuille en acheter un. »

Revenons brièvement à l'estimation du National Nuclear Laboratory de 65 à 85 GW de capacité SMR installée d'ici 2035. Elle est invraisemblable et contraste avec l'estimation de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE de <1 GW à 21 GW de capacité SMR d'ici 2035. Mais même si le chiffre de 65–85 GW s'avérait exact, il serait pâle par rapport aux sources d'énergie renouvelables.

Fin 2017, la capacité mondiale d'énergie renouvelable était de 2 195 GW, dont 178 GW de nouvelle capacité ajoutée en 2017. Selon les tendances actuelles, même dans les rêves les plus fous des amateurs de SMR, la capacité SMR serait environ 50 fois inférieure à la capacité renouvelable d'ici 2035.

SMR en construction

Les projets SMR ne seront pas à l'abri des importants dépassements de coûts qui ont paralysé les grands projets de réacteurs (comme les projets AP1000 aux États-Unis qui ont mis Westinghouse en faillite). En effet, les dépassements de coûts sont déjà devenus la norme pour les projets SMR.

Les coûts de construction estimés de la centrale nucléaire flottante de Russie (avec deux réacteurs brise-glace de 35 MW) ont plus que quadruplé et s'élèvent désormais à plus de 10 milliards de dollars US/GW (740 millions de dollars US/70 MW).

Un rapport de 2016 de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE a déclaré que l'électricité produite par la centrale flottante russe devrait coûter environ 200 USD par mégawattheure (MWh), le coût étant élevé en raison des besoins importants en personnel, des coûts élevés du combustible et des ressources nécessaires pour maintenir la barge et les infrastructures côtières.

Le SMR CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares) en construction en Argentine illustre le décalage entre la rhétorique et la réalité du SMR. Les estimations de coûts ont explosé. En 2004, lorsque le réacteur CAREM était au stade de la planification, le centre atomique de Bariloche en Argentine a estimé un coût de nuit de 1 milliard de dollars US / GW pour une centrale intégrée de 300 MW.

Au début de la construction en 2014, le coût estimé du réacteur CAREM était de 17,8 milliards de dollars US/GW (446 millions de dollars US pour un réacteur de 25 MW). En avril 2017, l'estimation des coûts était passée à 21,9 milliards de dollars US/GW (700 millions de dollars US avec une capacité augmentée de 25 MW à 32 MW).

Le projet CAREM a des années de retard et les coûts augmenteront probablement encore. En 2014, le premier chargement de combustible était prévu en 2017, mais l'achèvement est maintenant prévu en novembre 2021.

Peu d'informations crédibles sont disponibles sur le coût du réacteur chinois de démonstration refroidi au gaz à haute température (HTGR). Si le réacteur de démonstration de 210 MW est achevé et exploité avec succès, la Chine prévoit d'augmenter la conception à 655 MW. Selon l'Association nucléaire mondiale, l'Institut chinois des technologies nucléaires et des nouvelles énergies de l'Université de Tsinghua s'attend à ce que le coût d'un HTGR de 655 MW soit supérieur de 15 à 20 % à celui d'un REP conventionnel de 600 MW.

Un rapport de 2016 indique que le coût de construction estimé du HTGR de démonstration de la Chine est environ le double des estimations de coûts initiales, avec des augmentations dues aux coûts plus élevés des matériaux et des composants, à l'augmentation des coûts de main-d'œuvre et à l'augmentation des coûts associés aux retards du projet. L'Association nucléaire mondiale déclare que le coût de la démonstration HTGR est de 6 000 \$ US/kW.

La comptabilité créative de NuScale Power

Les estimations de coûts pour les SMR planifiés ne sont pas plausibles. La société américaine NuScale Power vise un coût de seulement 65 \$ US/MWh pour sa première centrale. Mais une étude de WSP / Parsons Brinckerhoff, commandée par la Commission royale du cycle du combustible nucléaire d'Australie du Sud, a estimé un coût de 159 \$ US/MWh sur la base de la conception américaine NuScale SMR. C'est 2,4 fois plus que l'estimation de NuScale.

Un rapport Lazard de 2018 estime les coûts de 112–189 USD/MWh pour l'électricité provenant de grandes centrales nucléaires. L'affirmation de NuScale selon laquelle son électricité sera 2–3 fois moins chère que le gros nucléaire est invraisemblable. Et même si NuScale atteignait des coûts de 65 \$ US/MWh, ce serait encore bien au-dessus des chiffres de Lazard pour l'énergie éolienne (29–56 \$ US) et solaire à grande échelle (36–46 \$ US).

Une réunion de 2013 de la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis et du Département de l'énergie des États-Unis. Les développeurs SMR souhaitent que les réglementations de sécurité soient réduites afin de minimiser les coûts. (Photo : CNRC)

De même, l'estimation des coûts de construction de NuScale de 4,2 milliards de dollars US / GW est invraisemblable. La dernière estimation pour les réacteurs AP1000 en construction en Géorgie est de 12,7 milliards de dollars US/GW. NuScale veut nous faire croire qu'il construira des SMR à moins d'un tiers de ce coût, même si chaque évaluation indépendante conclut que les SMR seront plus chers à construire (par GW) que les grands réacteurs.

Personne ne veut payer pour des SMRs

Aucune entreprise, service public, consortium ou gouvernement national n'envisage sérieusement de construire la chaîne d'approvisionnement massive qui est à l'essence même du concept des SMR - la construction d'usines modulaires de masse. Pourtant, sans cette chaîne d'approvisionnement, les SMR seront des curiosités coûteuses.

Début 2019, Kevin Anderson, directeur de projet nord-américain pour Nuclear Energy Insider, a déclaré qu'il « y a une croissance sans précédent du nombre d'entreprises proposant des alternatives de conception pour l'avenir du nucléaire, mais peu de progrès en termes de solutions prêtes pour le marché ».

Anderson a fait valoir qu'il est temps de convaincre les investisseurs que le secteur SMR est prêt pour un financement à grande échelle, mais que ce ne sera pas facile : est suffisamment mature et compétent pour livrer des projets d'investissement à temps et au prix coûtant.

Un rapport de 2018 du département américain de l'Énergie indique que pour avoir un impact « significatif », environ 10 milliards de dollars américains de subventions gouvernementales seraient nécessaires pour déployer 6 GW de capacité SMR d'ici 2035. Mais il n'y a aucune indication ou probabilité que le gouvernement américain subventionne le l'industrie dans cette mesure.

À ce jour, le gouvernement américain a offert 452 millions de dollars américains pour soutenir des projets SMR du secteur privé, dont 111 millions de dollars américains ont été gaspillés sur le projet mPower qui a été abandonné en 2017.

L'effondrement du projet mPower a été l'un des nombreux revers de l'industrie aux États-Unis. Transatomic Power a renoncé l'année dernière à sa R&D sur les réacteurs à sels fondus. Westinghouse a fortement réduit son investissement dans les SMR après avoir échoué à obtenir un financement du gouvernement américain. MidAmerican Energy a abandonné ses projets de SMR dans l'Iowa après avoir échoué à obtenir une législation qui obligerait les contribuables à payer en partie les coûts de construction. (L'histoire de MidAmerican a une fin heureuse : la société a investi plus de 10 milliards de dollars américains dans les énergies renouvelables dans l'Iowa et travaille maintenant à sa vision de « générer de l'énergie renouvelable égale à 100 % de l'utilisation de ses clients sur une base annuelle. »)

Canada et Royaume-Uni

Les Laboratoires Nucléaires Canadiens ont fixé l'objectif d'installer un nouveau RMP de démonstration sur son site de Chalk River d'ici 2026. Mais des discussions sérieuses sur le paiement d'un RMP de démonstration – sans parler d'une flotte de RMP – n'ont pas encore commencé. Le site Web canadien de la feuille de route SMR indique simplement : « Un partage approprié des risques entre les gouvernements, les services publics d'électricité et l'industrie sera nécessaire pour la démonstration et le déploiement des SMR au Canada ».

Les entreprises cherchant à poursuivre des projets SMR au Royaume-Uni sollicitent plusieurs milliards de livres du gouvernement pour construire des usines de démonstration. Mais rien de tel que cette somme d'argent n'a été mis à disposition. En 2018, le gouvernement britannique a accepté de fournir 56 millions de livres sterling pour le développement et l'autorisation de conceptions de réacteurs modulaires avancés et 32 millions de livres sterling pour la recherche de fabrication de pointe.

Un initié de l'industrie a déclaré au Guardian en 2017: "C'est une approche assez timide, incroyablement britannique, pas assez bonne". Une autre source de l'industrie a remis en question la crédibilité des développeurs SMR : « Presque aucun d'entre eux n'a plus, qu'un mauvais croquis dessiné au feutre sur un paquet de cigarettes,

Programmes SMR gérés par l'État

Les programmes SMR gérés par l'État – comme ceux de l'Argentine, de la Chine, de la Russie et de la Corée du Sud – pourraient avoir de meilleures chances d'obtenir un financement stable et important, mais à ce jour, les investissements dans les SMR ont été minuscules par rapport aux investissements dans d'autres programmes énergétiques.

Et encore une fois, où que vous regardiez, rien ne justifie les grands espoirs (et le battage médiatique) des amateurs de SMR. La Corée du Sud, par exemple, ne construira aucun de ses SMR SMART de conception nationale en Corée du Sud (« ce n'est ni pratique ni économique » selon la World Nuclear Association). Le projet de la Corée du Sud d'exporter la technologie SMART vers l'Arabie saoudite est problématique et pourrait de toute façon être en difficulté.

La Chine et l'Argentine espèrent développer un vaste marché d'exportation pour leurs réacteurs refroidis au gaz à haute température et leurs petits réacteurs à eau sous pression, respectivement, mais jusqu'à présent, tout ce qu'elles peuvent indiquer sont des réacteurs de démonstration partiellement construits qui ont fait l'objet d'importants dépassements de coûts et retards.

Tout ce qui précède peut être lu comme une nécrologie pour les SMR. La probabilité qu'ils établissent autre chose qu'un petit marché de niche est extrêmement faible.

Dr. Jim Green est l'auteur principal d'un rapport de Nuclear Monitor sur les petits réacteurs modulaires et un militant national sur le nucléaire avec les Amis de la Terre Australie.

Cet article a été publié pour la première fois sur le site Web de The Ecologist et est republié avec l'aimable autorisation de l'auteur .

via Beyond Nuclear

Small modular reactors are dead on non-arrival

<https://beyondnuclearinternational.org/2019/04/06/small-modular-reactors-are-dead-on-non-arrival/> (2019-04-06)

Traduction par Sortir du nucléaire Paris
le 28 octobre 2021