

Petits réacteurs modulaires

Les petits réacteurs modulaires (PRM) sont des réacteurs de fission nucléaire capables de produire jusqu'à 300 MWé et comprennent les microréacteurs (jusqu'à 30 MWé). Leur sûreté relativement plus élevée, leur taille plus petite, leur modularité et leur portabilité offrent potentiellement des avantages sur les réacteurs conventionnels dans diverses applications civiles et militaires. La conception, l'octroi de licences, les problèmes de chaîne d'approvisionnement et la perception du public sont quelques-uns des défis à relever pour que ce type de réacteur soit largement accepté.



Sciences et technologies habilitantes

Combustibles tolérant aux accidents

Les progrès réalisés dans le domaine des combustibles et des composants tolérant aux accidents ont permis d'atteindre de meilleurs résultats en matière de rendement et de sûreté. On peut citer les matériaux de gainage avancés, les pastilles de combustible dopé, les combustibles composés de particules tristructurelles isotropes (TRISO — plus résistants à l'oxydation, à la corrosion et à l'irradiation que les combustibles traditionnels) et les nouveautés telles que les barres de combustible en métal extrudé.

Composants

Certains composants physiques d'un PRM — le système de refroidissement, le noyau du réacteur et les caloducs — font l'objet d'intenses travaux de recherche et d'obtention de brevets. Les dispositifs permettant d'augmenter la sûreté, notamment le blindage de l'enceinte de confinement et des systèmes de refroidissement, l'intégration des réacteurs et l'adoption d'échangeurs de chaleur avancés et de réacteurs autonomes capables d'autodiagnostic bénéficient actuellement d'un développement très actif.

Atténuation des changements climatiques

Les PRM peuvent contribuer à la réduction des émissions provenant des systèmes exploitant les combustibles fossiles et pourraient remplacer les générateurs diesel dans le Nord du Canada. Ces réacteurs peuvent être intégrés à d'autres systèmes afin de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur pour diverses applications industrielles, en plus d'être combinés à des sources d'énergie renouvelables comme l'éolien et le solaire pour créer des systèmes hybrides qui tirent parti des avantages offerts par chacune de ces technologies.

Production d'hydrogène

L'hydrogène, produit par électrolyse de l'eau, est considéré comme un composant clé des stratégies visant à atteindre la carboneutralité. Les PRM offrent l'une des innovations les plus prometteuses pour la production d'hydrogène puisqu'ils engendrent les hautes températures nécessaires à cette production. Le gouvernement du Royaume-Uni s'est fixé comme objectif un réacteur de démonstration pour le début des années 2030.

Applications militaires

Les PRM pourraient offrir des sources d'électricité fiables, extensibles, de longue durée de vie et de faible entretien pour les applications militaires. Parmi ces applications, on peut citer l'utilisation de PRM flottants pour l'alimentation de systèmes d'armement, de drones de reconnaissance sous-marins, d'unités de désalinisation de l'eau sur des bases éloignées, de systèmes de propulsion navals et de bases militaires arctiques ou avancées.

« Les PRM pourraient satisfaire au besoin d'une production d'électricité flexible permettant de répondre aux besoins d'une gamme plus étendue d'utilisateurs et d'applications, en remplaçant notamment les centrales électriques vieillissantes alimentées par des combustibles fossiles, en offrant une option de cogénération aux pays en voie de développement dotés d'un réseau de distribution modeste et de zones éloignées et non connectées, et en facilitant l'adoption de systèmes hybrides alimentés par du combustible nucléaire et des sources renouvelables. » [Traduction]

[Advances in Small Modular Reactor Technology Developments](#) [en anglais seulement], Agence internationale de l'énergie atomique, 2020.

Signaux



Universités

La littérature scientifique est dominée par la Chine, où l'on trouve sept des dix organisations les plus productives en termes de volume publié. Les États-Unis sont au deuxième rang, le Canada troisième, avec en tête l'Université de Regina, les Laboratoires Nucléaires Canadiens et l'Institut universitaire de technologie de l'Ontario.



Gouvernements

Le Plan d'action canadien des petits réacteurs modulaires est le plan d'action national pour le développement, la démonstration et le déploiement des PRM, en vue d'exploiter leurs multiples applications, au Canada comme à l'étranger.



Collaboration

En mars 2022, les gouvernements de l'Alberta, de la Saskatchewan, de l'Ontario et du Nouveau-Brunswick ont annoncé l'adoption d'une stratégie commune pour l'utilisation et le déploiement des PRM dans leur province respective.



Défense

En 2022, le ministère de la Défense des États-Unis a investi environ 300 millions de dollars US pour le « Project Pele », un microreacteur haute température refroidi au gaz qui sera conçu par BWXT Technologies et soumis aux premiers essais en 2025.



Entreprises

Global First Power, Terrestrial Energy, Holtec International, GE Hitachi Nuclear Energy, X Energy, Moltex Energy et Advanced Reactor Concepts font partie des compagnies qui travaillent au déploiement des PRM au Canada.

« Même si les PRM nécessitent des investissements initiaux inférieurs à ceux des réacteurs nucléaires conventionnels, ces dépenses ne sont rentabilisées qu'après des années, voire des décennies, et l'on s'inquiète du fait que ces réacteurs pourraient présenter les mêmes inconvénients que leurs grands frères. » [Traduction]

Irfan, U. [The nuclear industry's big bet on going small](#) [en anglais seulement], 27 juin 2023.

Impact



Social

Bien que les PRM offrent une électricité décarbonée et que quelques pays augmentent aujourd'hui leur capacité, l'opposition du public et certaines préoccupations en matière de sûreté ont conduit un grand nombre de nations à abandonner progressivement l'énergie nucléaire.



Politique

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), dont le Canada siège au conseil d'administration, a lancé une initiative d'harmonisation et de normalisation nucléaires visant à accélérer le déploiement sécuritaire et efficace des PRM grâce à l'adoption d'approches communes en matière de réglementation et de pratiques industrielles.



Économie

Comparativement aux réacteurs nucléaires conventionnels, les PRM permettent potentiellement de réduire les coûts et de couper de moitié les temps de construction grâce à la fabrication en usine, à des conceptions extensibles et à la portabilité des unités.



Environnement

Pour atteindre les objectifs de carboneutralité, l'AIEA estime qu'il faudra augmenter la capacité nucléaire mondiale, incluant les PRM et les microreacteurs, de 10 GWé par année jusqu'en 2030.



Défense

Dans le domaine de la défense, les PRM pourraient offrir des avantages en matière de sécurité et de sûreté et permettre d'assurer un haut degré de disponibilité opérationnelle grâce à une production électrique sécuritaire et continue tout en soutenant la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

« La consommation annuelle moyenne de 99 % des installations militaires des États-Unis peut être satisfaite par une capacité de production nucléaire installée de 40 MWé, voire moins. La plupart des installations du ministère de la Défense auront besoin d'au moins un microreacteur de 2 à 10 MWé. » [Traduction]

[Roadmap for the Deployment of Microreactors for U.S. Department of Defense Domestic Installations](#) [en anglais seulement]. Nuclear Energy Institute, octobre 2018.

Contact

NRC.IA-IA.CNRC@nrc-cnrc.gc.ca

Préparé conjointement par le Conseil national de recherches du Canada et Recherche et développement pour la défense Canada.

Tiré de : Tiré de: McLaughlin, T. et Culhane, M. Scientometric Study on Small Modular Reactors. Août 2023.

Veillez fournir des commentaires à :
na1se.voxco.com/SE/170/trend_cards?lang=fr

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Conseil national de recherches du Canada, 2023
PDF : numéro de catalogue NR16-432/2023F-PDF, ISBN 978-0-660-69352-1

Août 2023 • Also available in English