

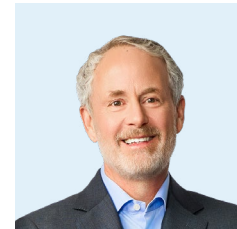
| Équipe Mackenzie Greenchip

La renaissance du nucléaire, une question qui refait surface

En ces temps difficiles, il existe une force économique constante dont nous devrions tous tenir compte : le monde a un besoin urgent de plus d'énergie. Lorsque Donald Trump a signé son projet de loi au nom enfantin de « One Big Beautiful Bill » le 4 juillet, celui-ci était rempli de mesures relatives à la production d'électricité. Les allègements fiscaux pour l'énergie éolienne, solaire et les voitures électriques ont été coupés et remplacés par des mesures de soutien pour le gaz naturel, la géothermie et le nucléaire. Il s'agissait d'une mesure purement politique, tout comme, dans une certaine mesure, l'*Inflation Reduction Act* (IRA) de Joe Biden. Les États-Unis ont désespérément besoin d'une approche plus pragmatique et durable en matière d'infrastructures électriques. L'équipe Mackenzie Greenchip (Greenchip) croit que des hausses de prix et des coupures de courant seront inévitables si les décideurs politiques n'agissent pas de façon plus avisée.

Cet article se concentrera toutefois sur un aspect du projet de loi : son soutien indéfectible à la renaissance du nucléaire. Nous avons abordé le sujet du nucléaire pour la première fois en 2012, puis à nouveau en 2022, en pleine crise du gaz en Europe. Notre dernier article sur le sujet évoquait l'engagement de Boris Johnson en faveur d'une expansion massive du nucléaire, son dernier acte en tant que premier ministre. Le mois dernier, Donald Trump a lancé un appel similaire en signant plusieurs décrets liés au nucléaire, qui visent la construction de 10 nouveaux réacteurs d'ici 2030. Dans les deux cas, il s'agissait d'une manœuvre politique : l'Occident n'a pas réussi à construire un réacteur en moins de 15 ans depuis des décennies. Pourtant, l'Occident a besoin de pouvoir compter à nouveau sur le nucléaire. Or, nous devons surtout reconstruire le cadre systémique qui rend cela économiquement viable. Et nous devons accepter que le nucléaire, comme toute autre technologie, ne puisse à lui seul résoudre notre crise énergétique.

Un nouvel examen de l'article de 2022 fournit un point de référence utile lorsqu'il est question de nucléaire. Cette année-là, 440 réacteurs étaient en service dans le monde : aujourd'hui, ce chiffre est exactement le même.¹ Cependant, la situation mondiale n'est pas restée statique. De nouvelles centrales ont été mises en service en Asie à peu près au même rythme que les anciens réacteurs ont été mis hors service en Occident. La Chine mettra en service 10 nouveaux réacteurs cette année.²



John Cook, CIM
VPP, gestionnaire de portefeuille
Cochef d'équipe



Ileana Chintea
Analyste en placement

Pourtant, la part du nucléaire dans la production totale d'électricité mondiale recule — depuis 2022, la production d'électricité de source nucléaire a chuté de 10 % à 9 %³. Cela est dû au fait que 80 % des investissements annuels dans la production d'électricité ont été consacrés à l'éolien et au solaire au cours des trois dernières années,⁴ tandis que le nucléaire n'a reçu qu'une part très faible du total des dépenses d'investissement. Nous ne pouvons pas construire seulement des installations éoliennes et solaires qui produisent de l'énergie de façon intermittente sans disposer d'une énergie de base adéquate : c'est précisément ce qu'offre le nucléaire, avec en prime une empreinte carbone très faible. Il n'est toutefois pas certain que nous sommes en mesure de nous le permettre, en particulier en Occident. Greenchip estime que la solution pour réduire les coûts du nucléaire se trouve en Asie, où des pays comme la Chine, le Japon et la Corée du Sud construisent des réacteurs beaucoup plus rapidement et à la moitié du prix.

Cet article présente nos recherches sur les occasions économiques et de placement, en commençant par les réacteurs à grande échelle, puis les petits réacteurs modulaires (PRM), les projets de réfection et la fusion.

Remarque : il existe actuellement 220 réacteurs de recherche et environ 160 navires alimentés par l'énergie nucléaire. Cet article se concentrera sur la production d'électricité.

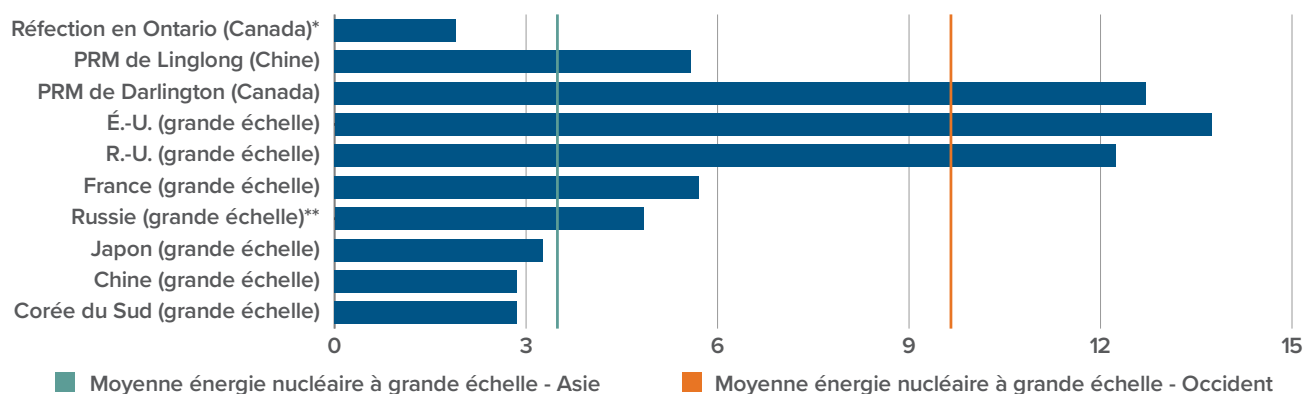
Réacteurs à grande échelle

Les réacteurs à grande échelle, dont la taille peut varier, ont généralement une puissance d'environ 1 000 mégawatts, suffisante pour alimenter environ 500 000 foyers. Pour des raisons d'efficacité opérationnelle, plusieurs réacteurs sont souvent regroupés dans de grandes centrales électriques. En Occident, ces centrales ont été principalement construites dans les années 1960, 1970 et 1980. Depuis 1990, seulement six réacteurs ont été mis en service aux États-Unis, et quelques-uns seulement en Europe. Les derniers réacteurs américains mis en service sont Vogtle 3 et 4, situés en Géorgie. Ils ont été mis en service respectivement en 2022 et 2023, soit environ 15 ans après le début de leur construction. Au total, les deux réacteurs ont coûté plus de 30 milliards \$ US,⁵ soit 13,6 milliards \$ US par gigawatt.

Hinkley Point, dans le sud-ouest de l'Angleterre, est une autre preuve que le nucléaire est tout simplement trop cher en Occident. La construction de cette centrale de 3,2 gigawatts (GW) a débuté en 2016. Initialement prévue pour 2025, sa mise en service a été reportée à 2031. Le coût estimé est passé de 24 milliards £ à 46 milliards £,⁶ soit 14,3 milliards £ par gigawatt.

Remarque : le 22 juillet, le gouvernement du Royaume-Uni a annoncé un projet de centrale nucléaire d'une capacité de 3,2 GW qui est estimé à 70,1 milliards \$ CA.

TABLEAU 1 – Coûts moyens de construction d'une centrale nucléaire par pays/projet (2000-2023)
(en millions \$ US/MW)



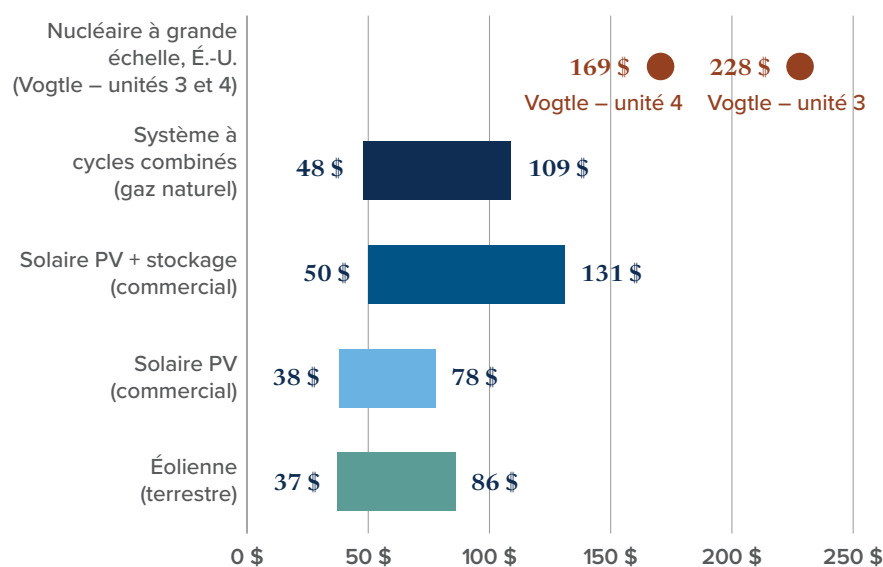
* Le chiffre reflète un coût combiné d'environ 26 milliards \$ CA pour la réfection des centrales de Bruce et de Darlington, qui représentent une capacité d'environ 10 GW.

** La moyenne de la Russie reflète l'estimation de Greenchip basée sur des données relatives à la construction de réacteurs nucléaires à grande échelle dirigée par Rosatom en Russie (Novovoronezh II), en Türkiye (Akkuyu), en Égypte (El Dabaa) et au Bangladesh (Roopur).

Sources : Britain Remade, The Economist, Association nucléaire mondiale.

Pour mettre ces chiffres en perspective, nous estimons qu'il faut environ 1 milliard \$ US pour construire une centrale solaire à grande échelle d'une capacité d'un gigawatt, 2 milliards pour une centrale à cycle combiné au gaz et 2 à 3 milliards pour construire un parc éolien terrestre d'une capacité de 1 GW. Cependant, les coûts de construction ne représentent qu'une partie de l'équation. Pour comparer la rentabilité des différentes sources d'énergie, notre secteur utilise un concept appelé « coût moyen actualisé de l'électricité » (CMAE), qui calcule le coût total de la production d'électrons sur la durée de vie d'un système de production d'énergie. Ce calcul repose sur certaines hypothèses, mais le CMAE constitue un bien meilleur indicateur de la rentabilité des différentes technologies de production que le seul coût en capital. Chaque année, Lazard Frères publie un rapport largement reconnu sur les CMAE (voir le tableau 2). Rien dans leurs récents rapports ne laisse entrevoir une renaissance imminente du nucléaire.

TABLEAU 2 – Comparaison du coût moyen actualisé de l'électricité (CMAE) des technologies de production d'énergie
(Fourchette en \$ US/MWh)



Source : Rapport sur les CMAE publié par Lazard en 2025.

Guide rapide pour différencier MW et MWh

Un **MW (mégawatt)** est une unité de mesure de la capacité, soit la quantité d'électricité qu'une centrale électrique peut produire à tout moment donné. Les coûts de construction sont généralement exprimés en \$/MW.

Un **MWh (mégawattheure)** est une unité de mesure de l'énergie produite ou consommée au cours d'une période donnée. Les prix de l'électricité et le CMAE sont souvent comparés en \$/MWh (le coût de production d'une unité d'énergie au cours d'une période donnée).

Raisons pour lesquelles nous avons besoin des deux :

- \$/MW aide à comparer le coût de construction d'une centrale.
- \$/MWh indique le coût de production et de vente d'électricité.

Que peut donc apprendre l'Occident de l'Orient pour construire des réacteurs plus rapidement et à moindre coût? Greenchip a identifié quatre facteurs déterminants :

- Premièrement, des pays comme la Corée du Sud et la Chine **utilisent des plans reproductibles** au lieu de construire des centrales uniques et sur mesure comme en Occident.
- Deuxièmement, **le temps nécessaire pour obtenir les autorisations est beaucoup plus court.**
- Troisièmement, les préoccupations en matière de sécurité publique dans les années 1950 et 1960 ont conduit à des exigences de sécurité excessives en Occident qui ne rendent pas toujours les réacteurs plus sûrs. En Asie, **des critères plus pragmatiques, fondés sur la science**, sont utilisés.
- Enfin, comme **le développement des centrales nucléaires en Asie est continu**, les coûts d'équipement et autres sont optimisés et l'expertise n'est pas perdue.

Le financement constitue le coût le plus important dans la construction d'une centrale nucléaire. Par conséquent, la diminution du temps nécessaire au développement constitue le moyen le plus simple de réduire les coûts globaux. Dans cette optique, tenir compte des quatre facteurs décrits ci-dessus offre une meilleure perspective pour améliorer la rentabilité en Occident. Nous semblons miser davantage sur les avancées technologiques ou les grands décrets, ce qui est une erreur.

Petits réacteurs modulaires

Il est intéressant de noter que la promesse d'amélioration de la rentabilité des petits réacteurs modulaires (PRM) repose en grande partie sur les quatre mêmes facteurs. Un PRM est défini de manière approximative comme un réacteur d'une puissance comprise entre 100 MW et 300 MW, plus petit que les réacteurs traditionnels, mais pas aussi petit que son nom le laisse croire. À ce jour, Greenchip a identifié plus de 50 entreprises spécialisées dans les PRM, dont la plupart sont privées. Certaines utilisent des technologies non conventionnelles, la plupart

revendiquent des améliorations significatives pour ce qui est de la rentabilité, du fonctionnement et de la sécurité par rapport aux réacteurs à grande échelle. Si certaines de ces jeunes entreprises ont déjà échoué, nous devons espérer qu'au moins quelques-unes finiront par réussir.

Dans notre article sur le nucléaire de 2022, nous avons souligné le potentiel de rentabilité des PRM, compte tenu de leur conception modulaire plus simple, standardisée et reproductible. Certaines technologies, telles que l'utilisation du thorium comme combustible et/ou l'utilisation de sel fondu à la place de l'eau lourde ou du graphite pour contrôler les réactions, semblent prometteuses en théorie. Le plus grand choix de sites, étant donné que les PRM peuvent théoriquement nécessiter moins d'espace que les centrales nucléaires traditionnelles, constitue un autre avantage. Néanmoins, la première série de développements relatifs aux PRM indique jusqu'à présent que la compétitivité économique reste difficile à atteindre.

En janvier 2025, l'AIE a estimé que le prix des PRM ne doit pas dépasser le seuil de 4,5 millions \$ US/MW pour une adoption rapide à l'échelle mondiale.⁷ Si l'on croit ces chiffres, la Chine est le pays qui s'en est le plus rapproché. Le PRM Linglong One a coûté environ 5,6 millions \$ US/MW,⁸ soit environ 20 % de plus que le seuil critique indiqué par l'AIE.

Les autres pays sont plus loin de ce seuil. L'Argentine, par exemple, construit un PRM appelé CAREM-25. Le projet a pris un retard considérable et son coût final est estimé à 15 millions \$ US/MW.⁹ Ontario Power Generation (OPG) au Canada a l'un des projets de PRM les plus ambitieux au monde. OPG prévoit d'installer quatre PRM BWRX-300 de GE Hitachi, pour une capacité totale de 1,2 GW. Il s'agit de réacteurs traditionnels à eau bouillante, environ trois fois plus petits que ceux de Vogtle. Le coût de l'unité 1 est estimé à 6,1 milliards \$ CA. Bien que ce chiffre inclue environ 1,6 milliard \$ CA de coûts d'infrastructure qui pourraient éventuellement être partagés avec les trois derniers réacteurs, l'estimation la plus récente du coût total du projet s'élève à un impressionnant 20,9 milliards \$ CA.¹⁰ Cela représenterait environ 13 millions \$ US/MW.



Il n'y a pas encore beaucoup de preuves que les PRM peuvent être construits beaucoup plus rapidement que les réacteurs à grande échelle. Les projets en Chine, en Russie et en Argentine, dont la construction devait initialement prendre trois à quatre ans, devraient désormais s'étaler sur 12 à 13 ans.¹¹ La prolongation des délais constitue un facteur déterminant pour le coût final des projets.

Nous reconnaissons qu'il s'agit de projets inédits et qu'à ce titre, leur construction devrait prendre plus de temps et coûter plus cher. La production de masse, l'efficacité de l'installation et l'innovation technologique laissent entrevoir que la viabilité économique est théoriquement encore possible, mais nous n'en sommes pas encore là.

Réfection des réacteurs nucléaires

Même si le marché a récemment été très enthousiaste à propos des nouveaux projets nucléaires, la réfection des réacteurs pourrait être la solution la plus rentable dans ce secteur à l'heure actuelle. La réfection des réacteurs existants est à la fois peu risquée et rentable. Des données récentes du programme de réfection de l'Ontario soutiennent cette conclusion. Les coûts estimés pour la réfection des six réacteurs de la centrale nucléaire de Bruce s'établissent autour de 1,45 million \$ US/MW.¹² Le coût de la réfection des quatre réacteurs de Darlington est désormais estimé à environ 2,7 millions \$ US/MW.¹³ Cela représente environ un cinquième du coût de construction de Vogtle ou des PMR de Darlington par MW. De plus, ces réfections devraient permettre à l'Ontario de prolonger de 30 ans la durée de vie de ses centrales. Compte tenu de l'âge du parc mondial, les possibilités de réfection nous semblent extrêmement intéressantes. Cela renforce également notre point de vue de longue date selon lequel le nucléaire, malgré ses défis, a un rôle à jouer dans la transition énergétique.

Occasions de placement dans l'énergie nucléaire

En 2008, Greenchip a décidé d'inclure la production d'énergie nucléaire dans son univers de placement.* Cette décision n'a pas été facile. Le nucléaire avait été la cible des environnementalistes pendant des décennies. Nous n'avons toujours pas résolu le problème des déchets (à part de les enfouir) et le risque qu'un accident catastrophique se produise est toujours présent. Après avoir évalué les avantages environnementaux de passer des énergies fossiles à l'électrification à faible émission de carbone, la nécessité de produire une base d'énergie pour accroître la production d'énergie éolienne et solaire, et le bilan de sécurité relativement impressionnant de l'énergie nucléaire, nous avons conclu qu'un certain recours à l'énergie nucléaire était justifié.

Une fois cette décision prise, où souhaitons-nous investir? Les producteurs et les transformateurs d'uranium se trouvent en amont de la production d'électricité nucléaire. Une fois construits, les réacteurs nécessitent des inspections constantes, des travaux d'entretien et, de plus en plus, des travaux de réfection. En aval, le combustible usé est retraité ou nécessite des services de gestion des déchets. À un moment donné, tous les réacteurs doivent être mis hors service. Toutes ces étapes offrent des occasions de placements.

Comme c'est souvent le cas pour notre équipe, Greenchip trouve de meilleures occasions de rendement corrigé du risque dans les entreprises qui représentent des maillons essentiels de cette chaîne, c'est-à-dire qui fournissent l'équipement et les autres services dérivés qui permettent aux technologies de pointe telles que le nucléaire de fonctionner. Nous détenons actuellement **Kazatomprom**, la société qui exploite ses mines d'uranium de la façon la plus efficace et la moins coûteuse au monde.

* L'univers de placement exclusif de l'équipe Greenchip est composé d'environ 2 000 entreprises qui répondent à ses critères d'investissement et qui sont activement évaluées afin d'être potentiellement incluses dans le portefeuille.



Notre portefeuille comprend trois entreprises de construction et d'ingénierie, dont deux ont des contrats le long de la chaîne de valeur nucléaire, y compris pour des projets de réfection : **Balfour Beatty**, du Royaume-Uni, et **Aecon**, du Canada. **Hitachi**, un autre de nos titres en portefeuille, conçoit des réacteurs nucléaires à grande et à petite échelle, tandis que **Neo Performance** participe au traitement des matériaux précurseurs dans la fabrication de barres de combustible nucléaire. **Siemens Energy**, notre titre le plus performant au cours des deux dernières années, se spécialise davantage dans les turbines à gaz et éoliennes et les équipements de transport, mais certains de ses produits sont utilisés dans les centrales nucléaires. **Veolia**, notre principal placement, est un joueur important dans la gestion des déchets nucléaires. Enfin, nous détenons **trois sociétés minières de cuivre**, dont le produit est essentiel pour les turbines de générateurs et les câbles électriques qui les composent.

Au total, **10 des 42 titres détenus actuellement** dans le Fonds mondial toutes capitalisations de l'environnement Mackenzie Greenchip participent à la chaîne d'approvisionnement nucléaire.

Nous aimons notre exposition périphérique à l'énergie nucléaire. Une renaissance du nucléaire à grande échelle serait très favorable pour plusieurs placements de Greenchip, mais ces entreprises peuvent enregistrer des résultats intéressants même si cela ne se produit pas. L'univers de placement de Greenchip comporte plus de 50 entreprises exposées au nucléaire et nous continuerons d'explorer les occasions dans ce domaine.

Pourquoi nous devrions tous soutenir le nucléaire aux côtés d'autres technologies de production d'électricité à faible émission de carbone

De 2000 à 2023, la demande mondiale d'électricité a augmenté de manière constante d'un peu moins de 3 % par an, principalement dans les marchés émergents. Cette progression a changé en 2024 lorsqu'une hausse notable de la demande mondiale d'électricité a été observée. La plupart des groupes de réflexion sur l'énergie croient maintenant qu'une croissance annuelle de 4 % est la nouvelle norme.¹⁴ Nous partageons cet avis. L'électrification industrielle, le chauffage et le refroidissement électriques, le transport électrifié et, bien sûr, l'intelligence artificielle sont tous très énergivores. Quatre pour cent peut ne pas sembler beaucoup, mais cela signifie que **la production d'électricité devra doubler en moins de 20 ans**. Il s'agit d'un défi monumental pour nous tous. Il a fallu 125 ans pour construire le réseau électrique mondial actuel, dont une grande partie a déjà dépassé sa durée de vie utile. Aucune technologie ne peut à elle seule relever un défi d'une telle ampleur. À ce titre, nous devrions remercier le président Trump pour son soutien au nucléaire, mais nous pouvons également lui reprocher de nuire à d'autres technologies à faible émission de carbone. La politique énergétique du Parti républicain nous semble manquer énormément de vision à long terme. Les moteurs de la grande transition énergétique sont apolitiques.



Une note à propos de la fusion – le rêve nucléaire qui reste encore lointain

La fusion, qui consiste à assembler des atomes légers, généralement des isotopes d'hydrogène, afin de libérer de l'énergie dans un environnement contrôlé (par opposition à la fission d'atomes lourds), est le rêve fou de l'industrie nucléaire, et ce, depuis plusieurs décennies. À la fin mai, des membres de l'équipe Greenchip ont rencontré un ingénieur qui a consacré les cinq dernières années à travailler sur la fusion avancée. Sa capacité à simplifier la science incroyablement complexe qui sous-tend les technologies de fusion était tout simplement incroyable.

Voici comment il a décrit l'état actuel de la fusion : « Il y a six étapes clés¹⁵ que nous devons franchir pour que la fusion puisse être commercialisée. Les cinq premières sont techniques, la dernière est économique — pouvons-nous produire de l'énergie à des prix compétitifs? À ce jour, nous n'avons réussi à franchir que quelques-unes de ces étapes. Mais c'est un peu comme le jeu du chat et de la souris. Une fois un objectif atteint, tel que le confinement des neutrons, d'autres obstacles apparaissent. »

Ce fut un dîner fascinant. En fin de compte, nous avons conclu qu'il est peu probable que les six étapes soient franchies simultanément au cours de notre vie. La fusion est une occasion de placement qu'il vaut mieux laisser aux grands gouvernements et aux investisseurs en capital-risque les plus audacieux.

- 1 Nuclear Power in the World Today - Association nucléaire mondiale
- 2 China Approves 10 New Reactors in Nuclear Power Ramp-Up - Bloomberg
- 3 Nuclear Power in the World Today - Association nucléaire mondiale
- 4 Key findings – Global Energy Review 2025 – Analyse - AIE
- 5 Plant Vogtle Unit 4 begins commercial operation - U.S. Energy Information Administration (EIA)
- 6 Britain wants to make nuclear power plants cheaper to build
- 7 iea.blob.core.windows.net/assets/b6a6fc8c-c62e-411d-a15c-bf21ccc06f3/ThePathtoNewEraforNuclearEnergy.pdf
- 8 New nuclear technology sees vast export potential - Global Times
- 9 Nuclear Power in Argentina - Association nucléaire mondiale
- 10 Ontario's Darlington SMR project to cost nearly \$21-billion, significantly higher than expected - The Globe and Mail
- 11 Fact-sheet-SMR-AU_0.pdf
- 12 Third Bruce unit begins refurbishment - World Nuclear News
- 13 OPG wraps up Darlington 1 refurbishment early - World Nuclear News
- 14 Electricity – Global Energy Review 2025 – Analyse - AIE
- 15 Building Trust in Fusion Energy | Commonwealth Fusion Systems

Publié par Corporation Financière Mackenzie (« Placements Mackenzie »). Réservé aux investisseurs institutionnels.

Le présent document est fourni à des fins de marketing et d'information seulement et les renseignements qu'il renferme ne constituent pas des conseils en placement ou une offre de produits ou de services de placement (ou une invitation à faire une telle offre). Certains renseignements que renferme ce document proviennent de tiers. Placements Mackenzie estime que ces renseignements sont justes et fiables au 30 juin 2025. Toutefois, nous ne pouvons garantir leur exactitude, leur intégralité ou leur actualité en tout temps. Ces renseignements peuvent changer sans préavis et Placements Mackenzie ne saurait être tenue responsable des pertes découlant de l'utilisation des renseignements contenus dans le présent document ou du recours à de tels renseignements. Aucune partie des renseignements contenus aux présentes ne peut être reproduite ou distribuée à quiconque sans la permission expresse de Placements Mackenzie. Les exemples relatifs à des titres particuliers ne constituent pas des conseils de placement ni une forme quelconque de recommandation à l'égard de ces titres. Le présent document renferme des énoncés prospectifs qui décrivent nos attentes actuelles ou nos prédictions pour l'avenir. Les énoncés prospectifs sont de par leur nature assujettis, entre autres, à des risques, incertitudes et hypothèses pouvant donner lieu à des écarts significatifs entre les événements, les résultats, le rendement ou les perspectives réels et ceux exprimés dans les présentes de manière expresse ou tacite. Ne vous fiez pas indûment aux énoncés prospectifs.