

COMBIEN COUTERONT LES CENTRALES NUCLEAIRES AVANCEES ?

Une analyse de coûts normalisée des technologies nucléaires avancées en développement commercial

Synthèse Exécutive

Les technologies nucléaires avancées sont controversées. Certains pensent qu'ils pourraient être une panacée pour les problèmes énergétiques mondiaux, tandis que d'autres affirment qu'ils sont encore à des décennies d'une réalité commerciale et sont beaucoup plus compliqués et coûteux que les technologies nucléaires classiques. La résolution de ce débat nécessite une compréhension précise et actuelle du mouvement croissant du développement de ces technologies, qui sortent des laboratoires nucléaires nationaux pour aller vers l'industrie privée. Comme le travail de ces entreprises privées est propriétaire, ils ont relativement peu d'incitation à rendre l'information publique, et l'absence d'informations crédibles sur ces technologies et leurs coûts potentiels donne une crédibilité aux revendications des sceptiques nucléaires.

Les technologies nucléaires avancées représentent une évolution spectaculaire des réacteurs classiques en termes de sécurité et de non-prolifération, et les estimations de coûts de certaines entreprises de réacteurs avancées - si elles sont précises - suggèrent que ces technologies pourraient révolutionner la façon dont nous pensons au coût, à la disponibilité et aux conséquences environnementales de la production d'énergie. Le scepticisme sur le coût des futures technologies nucléaires est élevé, tout naturellement, compte tenu de la promesse infâme et non satisfaite d'une énergie «trop économique à facturer».

L'évaluation des revendications des développeurs de technologies sur une base standardisée, autant que possible, est d'une importance vitale pour toute discussion fondée sur des faits sur le coût futur du nucléaire. Les travaux antérieurs d'Energy Options Network (EON) ont révélé que chaque entreprise avait sa propre approche pour estimer les coûts d'une centrale, ce qui rend impossible une comparaison «pommes avec des pommes» avec les réacteurs conventionnels à eau pressurisée (REP). Cette étude a été conçue pour répondre à cette lacune.

Comparer le coût des technologies nucléaires futures aux conceptions actuelles (ou à d'autres technologies de production) nécessite de capturer des données de coûts pour les centrales nucléaires avancées d'une manière standardisée et complète. À l'aide du cadre comptable des coûts d'une centrale développé par le Forum International Génération IV, EON a créé un modèle de coût pour cette étude qui comprend toutes les catégories de coûts potentiels pour une centrale nucléaire «nth-of-a-kind (NOAK)». Il comprend des valeurs par défaut pour chaque catégorie de coûts (selon les études de coûts antérieures réalisées par des laboratoires nationaux) et offre aux entreprises la possibilité d'intégrer de nouveaux modèles commerciaux et des nouvelles stratégies de livraison.

En utilisant ce modèle, EON a collaboré avec les entreprises principales du secteur des réacteurs avancés pour obtenir des projections de coûts fiables et standardisées pour leurs centrales NOAK. Les entreprises de nucléaire avancé qui poursuivent activement la commercialisation de centrales d'au moins 250 MW ont été invitées à se joindre à cette étude; Les huit d'entre eux qui ont pu participer sont listées dans le tableau 1. L'intention était de se concentrer sur les tailles de réacteurs et de centrales qui pourraient jouer un rôle important dans la production d'électricité à l'échelle industrielle.

Tableau 1. Participants à l'étude

Entreprise	Type de réacteur ^a	Pays	Capacity du Réacteur (MWe)	Capacité de la Centrale (MWe)
Elysium Industries	MSR	U.S.	1 000	1 000
General Electric ^b	SFR	U.S.	1 648	1 648
Moltex Energy	MSR	U.K.	1 000	1 000
NuScale Power	APWR	U.S.	47,5	570
Terrestrial Energy	MSR	Canada	288	288
ThorCon Power ^c	MSR	U.S.	250	1 000
Transatomic Power	MSR	U.S.	520	520
X-energy	HTGR	U.S.	75	600

Remarque : TerraPower et GE-Hitachi ont refusé de participer à l'étude (voir la note ci-dessous concernant les informations sur les coûts de GE PRISM).

a. Les types de réacteurs nucléaires avancés sont décrits dans la section 4 du présent rapport.

b. L'information est basée sur des études de coûts publiquement disponibles pour le réacteur GE PRISM. Au cours de cette étude, GE-Hitachi et Advanced Reactor Concepts négocient les termes d'une coentreprise pour développer un petit réacteur modulaire refroidi au sodium. Le projet GE-Advanced Reactor Concepts n'est pas inclus dans cette étude.

c. Les coûts sont basés sur le concept ThorConIsle.

Les coûts de centrale NOAK anonymes de toutes les entreprises participantes sont résumés dans le tableau 2 et dans les figures 1, 2 et 3. Comme indiqué, les entreprises de nucléaire avancé projettent des cibles de coûts qui, si elles sont atteintes, seraient près de la moitié du coût des centrales nucléaires conventionnelles. Cela améliorerait considérablement la proposition de valeur du nucléaire et offrirait une alternative concurrentielle aux autres options de production électrique de base. À l'extrémité inférieure de la gamme de coûts potentiels, ces centrales seraient les sources de production les moins chères disponibles.

Tableau 2. Synthèse des coûts pour toutes les entreprises participantes

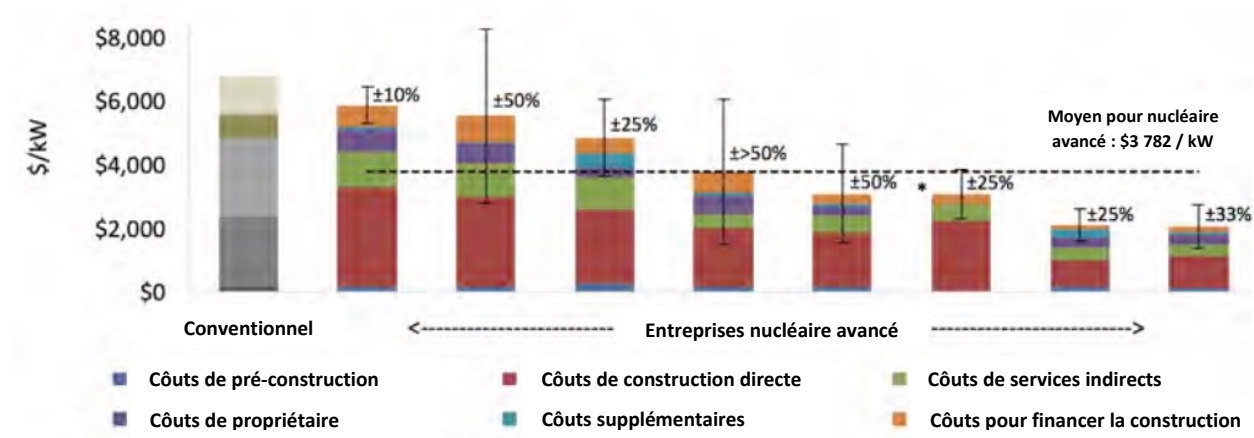
	Moyen	Minimum	Maximum
Coût total en capital	\$3 782 / kW	\$2 053 / kW	\$5 855 / kW
Coût total d'exploitation	\$21 / MWh	\$14 / MWh	\$30 / MWh
Coût moyen actualisé d'électricité	\$60 / MWh	\$36 / MWh	\$90 / MWh

Le coût moyen actualisé d'électricité (LCOE) moyen de 60 \$ / MWh des participants à notre étude est inférieur de 39% par rapport au 99 \$ / MWh attendu par l'Agence américaine d'information sur l'énergie pour les centrales nucléaires REP entrant au service au début des années 2020 (EIA 2017b).

Ce constat a d'importantes implications stratégiques pour l'industrie et le pays. Tout en reconnaissant l'état de développement relativement précoce pour ces technologies, cette étude représente néanmoins une quantification initiale et rigoureuse des coûts projetés plausibles des centrales électriques construites avec des réacteurs avancés. Auparavant, des préoccupations concernant l'ampleur et la qualité des données ont considérablement limité les efforts d'évaluation de ces technologies.

Si des centrales électriques dotées de ces technologies sont capables de produire de l'électricité au prix LCOE moyen prévu (sans parler de l'estimation inférieure...), cela aurait un impact significatif sur les marchés de l'électricité. Aux États-Unis, ces technologies pourraient être la solution définitive pour les problèmes économiques de l'énergie nucléaire sur les marchés de libre concurrence. À ces niveaux de coûts, le nucléaire serait effectivement compétitif avec toute autre option pour la production d'électricité. Au même temps, cela pourrait permettre une expansion significative de l'empreinte nucléaire dans les régions du monde qui ont le plus besoin d'énergie propre, et dont les moyens manquent pour la payer aux prix élevés.

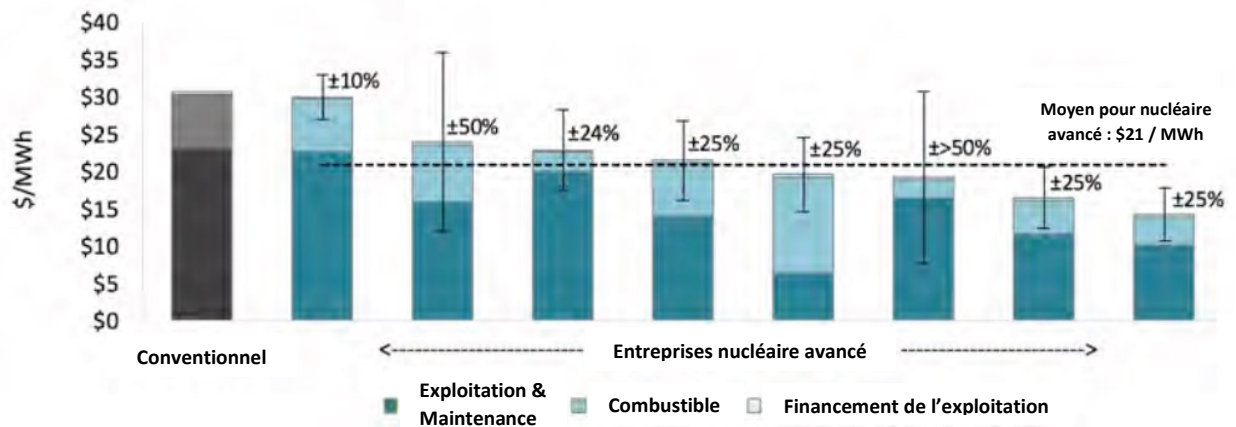
Figure 1. Coûts de capital pour toutes les entreprises participantes



Remarque : Les barres d'erreur reflètent les limites de confiance auto-déclarées par les entreprises.

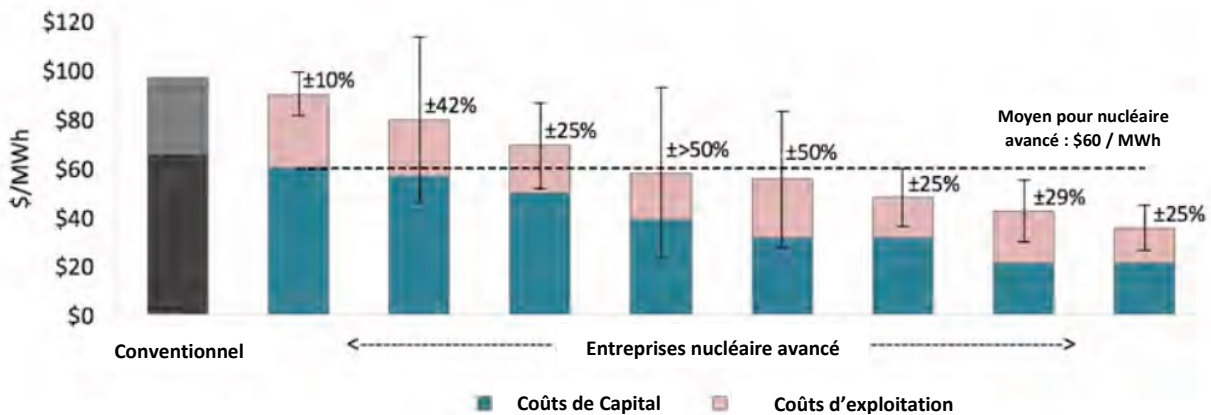
* La société a déclaré des coûts de telle sorte que tous les coûts en capital (à l'exception des coûts de services indirects) étaient inclus dans les coûts directs de construction.

Figure 2. Coûts d'exploitation pour toutes les entreprises participantes



Remarque : Les barres d'erreur reflètent les limites de confiance auto-déclarées par les entreprises.

Figure 3. Coût moyen actualisé d'électricité pour toutes les entreprises participantes



Remarque : Les hypothèses de coût moyen actualisé d'électricité (LCOE) comprennent une période de capitalisation de 25 ans, un taux d'actualisation de 7% et un facteur de capacité de 95%. Les détails complets sur le calcul LCOE d'EON sont fournis dans la section 4. Les barres d'erreur reflètent les limites de confiance auto-déclarées par les entreprises.

Tout en reconnaissant l'incertitude intrinsèque à l'estimation des coûts pour des projets qui n'ont pas encore été construits, cette étude souligne plusieurs stratégies simples et crédibles que les entreprises poursuivent pour réaliser leurs projections de coûts. Les entreprises étudiées ici combinent ces stratégies à des degrés divers, et le modèle EON a été conçu pour capturer les économies correspondantes à un niveau précis. Les stratégies communes de réduction des coûts comprennent les éléments suivants :

- Des conceptions de centrales simplifiées et standardisées
- Intégration de fabrication à l'usine et au chantier naval
- Modularisation
- Réduction de besoins en matériaux
- Réduction de périmètre pour les entreprises d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction

- Temps de construction plus court
- Densité de puissance augmentée
- Efficacité augmentée

Naturellement, il y a des limites intrinsèques à un exercice de calcul des coûts pour de tels concepts à des stades précoces, et il existe plusieurs raisons pour lesquelles les coûts finaux pourraient s'écarter de ces estimations rapportées. Ces estimations ne devraient pas être considérées comme définitives; Plutôt, ils reflètent au mieux les estimations actuelles. Le sondage fournit également des informations utiles sur les stratégies utilisées par les entreprises qui cherchent à éviter les pièges qui ont sapé l'économie de la production nucléaire conventionnelle aux États-Unis et en Europe.

Les entreprises de nucléaire avancé conçoivent des centrales qui pourraient être très compétitives sur les marchés de l'énergie, principalement par l'économie. Les entreprises ont des estimations de coûts plus complètes que prévu et ont pu démontrer une base crédible pour leurs estimations de coûts.

La compréhension du potentiel économique de cette industrie sera importante tant pour les investisseurs que pour les décideurs. La plupart des entreprises de réacteurs avancés n'ont relevé qu'une fraction du capital nécessaire à la démonstration commerciale de leurs concepts, et le financement de ces projets aura besoin de nouveaux investisseurs et de nouveaux niveaux de diligence raisonnable. Pour faciliter ce processus, il est important de réfuter les idées fausses sur les coûts et de préciser comment ces entreprises comptent atteindre leurs objectifs et être compétitives sur les marchés de libre concurrence.

À cet égard, cette étude étend considérablement notre niveau actuel d'acuité sur un sujet qui a souvent reçu un traitement secondaire. Le sentiment dominant a été que la commercialisation des réacteurs avancés est si loin à l'horizon que toute discussion sur les coûts potentiels est prématurée. Une discussion comparative a été difficile à cause du large éventail de technologies dans cette catégorie. En établissant un cadre commun de référence et en examinant rigoureusement les données obtenues, cette étude aborde ces défis analytiques et jette les bases d'une analyse supplémentaire.

Source :

https://www.eenews.net/assets/2017/07/25/document_gw_07.pdf