



# COMPTE-RENDU

## LES STRATEGIES NUCLEAIRES CIVILES DE LA CHINE, DES ÉTATS-UNIS ET DE LA RUSSIE

### SYNTHESE DU RAPPORT

Produisant aujourd'hui près de 10 % de l'électricité mondiale, le nucléaire a vu ces dernières années son champ d'activité basculer vers le continent asiatique. Ce changement majeur a eu pour effet de renforcer les rivalités entre les filières nucléaires russes, chinoises et états-uniennes. Ces rivalités affectent aujourd'hui les trois principaux segments de la chaîne de valeur, à savoir l'extraction de l'uranium, la fabrication du combustible et l'exportation de réacteurs.

#### Les enjeux économiques et géopolitiques des approvisionnements en uranium

Contrairement aux hydrocarbures, l'approvisionnement en uranium n'est pas perçu comme un risque géopolitique de la part des États. La relative disponibilité des gisements ainsi que la facilité de constituer des stocks de précaution expliquent en partie cette perception. Néanmoins, la chute des prix de l'uranium depuis 2011 modifie cette perspective.

En effet, l'effondrement des cours a eu pour conséquence d'orienter les flux de production vers les pays à bas coûts d'extraction aux alentours de 80 dollars le kilogramme (USD/kg). À ce niveau de prix, seule une poignée d'États sont capables de fournir le marché. Ainsi, le Kazakhstan, avec 13 % des réserves mondiales mais 30 % des réserves à moins de 80 USD/kg, fait figure de *leader* mondial dans l'extraction d'uranium. Plus globalement, c'est en Asie centrale que se trouve la majorité des ressources exploitables à des prix aussi bas.

Cette concentration géographique a pour effet de créer des tensions dans l'approvisionnement de l'uranium. Cette tendance est particulièrement visible en Asie centrale (la Mongolie en particulier) où l'acteur russe, Rosatom, est en concurrence directe avec les acteurs chinois. En dépit de ressources abondantes, la Russie se retrouve en effet dans l'obligation d'importer de l'uranium du

Kazakhstan du fait du coût élevé de sa production nationale. La volonté de Rosatom de ne pas surexploiter ses propres réserves explique également cette stratégie d'importation.

Quant aux acteurs chinois, la qualité médiocre des ressources nationales a favorisé des stratégies d'acquisition de mines à l'étranger. C'est notamment le cas en Asie centrale mais aussi en Afrique où les groupes chinois ont acquis des positions solides en Namibie et dans toute l'Afrique australe.

Cette dépendance aux importations touche également les États-Unis suite à l'effondrement de la production nationale d'uranium. Trop coûteuses à exploiter, les mines états-uniennes sont en effet dans l'incapacité de répondre à la concurrence. Seules trois mines sont encore en exploitation aujourd'hui mais elles sont toutes contrôlées par des investisseurs étrangers.

### L'enjeu stratégique de la production de combustible nucléaire

La production de combustible nucléaire est segmentée en trois étapes : la conversion, l'enrichissement et la transformation d'assemblages. Aujourd'hui, chacun de ces segments de marché souffre d'un problème de surcapacité due à la faible croissance du secteur nucléaire civil. La maîtrise de ces segments n'en reste pas moins un enjeu stratégique pour les industries nucléaires états-uniennes, russes et chinoises.

Pour la Russie, l'intégration verticale au sein d'un groupe unique, Rosatom, a permis à la filière de maîtriser l'ensemble des activités de production du combustible. Rosatom est ainsi le premier fournisseur de conversion et le premier producteur d'enrichissement dans le monde. Sur le segment des combustibles assemblés, le groupe se positionne également au troisième rang mondial.

Cette position lui confère ainsi un statut d'acteur incontournable dans la filière bien que l'existence de surcapacités limite son pouvoir de marché. Néanmoins, le risque d'une domination géopolitique de la Russie se pose sur la question des assemblages de combustible. En effet, Rosatom est pratiquement le seul à pouvoir fournir le combustible des centrales nucléaires utilisant la technologie russe VVER. Cela crée des risques importants de dépendance énergétique des États clients vis-à-vis de la Russie. Cette problématique est particulièrement sensible en Europe centrale où le réacteur VVER domine le marché.

Aujourd'hui, il n'existe pas de véritable alternative au combustible russe pour les centrales VVER. Westinghouse a ainsi échoué à se poser en concurrent sérieux de Rosatom, l'Ukraine étant le seul client du groupe états-unien sur cette technologie. Cette absence d'alternative s'explique par les nombreuses barrières à l'entrée qui existent dans ce secteur. Par exemple, la nécessité de fabriquer des combustibles sur mesure pour chaque réacteur ainsi que le coût élevé d'obtention des licences d'exploitation agissent comme des puissants freins à la concurrence.

En Chine, la filière nucléaire maîtrise dorénavant l'ensemble des étapes de fabrication du combustible lui permettant de répondre à la demande nationale. Cependant, le faible nombre de réacteurs vendus à l'étranger limite pour l'instant les exportations chinoises de combustible.

*A contrario*, les États-Unis ne conservent une position de leader que dans le segment de l'assemblage des combustibles. Ses capacités de conversion et d'enrichissement ont en effet



fortement diminué ces dernières années. En conséquence, le pays est aujourd'hui le premier importateur mondial de combustibles nucléaires.

### Les stratégies d'exportation de réacteurs nucléaires

La Russie est aujourd'hui le premier exportateur de réacteurs nucléaires dans le monde. Rosatom propose une offre intégrée capable de répondre à l'ensemble des besoins de ses clients. Son offre est d'autant plus attractive que l'entreprise peut proposer des solutions de financement pour l'achat d'une centrale. Ainsi, Rosatom a pu signer des contrats avec des pays en développement comme le Bangladesh (Rooppur) ou l'Égypte (El Dabaa). Pour ces derniers, le groupe russe va construire la centrale avant de la donner « clé en main » au client selon le modèle dit « Ingénierie, Approvisionnement et Gestion ». Dans le cas de la centrale turque d'Akkuyu, Rosatom exploite même directement la centrale (contrat dit BOO) bien que le coût soit très élevé pour la compagnie russe.

Dans sa stratégie d'exportation, cette dernière peut également compter sur l'aide de l'État russe. Officiellement, il s'agit pour le gouvernement de diversifier ses recettes d'exportation. Dans les faits, la vente de centrales nucléaires permet à la Russie de justifier des stratégies militaires de déploiement de troupes comme à Astravets en Biélorussie. L'objectif de Moscou est ici de renforcer ses capacités de dénis d'accès dans son « étranger proche ». Un autre objectif est également de perturber la mise en place d'un projet d'interconnexion des réseaux électriques entre les pays baltes et l'Europe de l'Ouest.

A l'inverse, les entreprises n'ont pas de projets en cours d'exportation de centrales nucléaires. La réglementation 123 de l'US Atomic Energy Act, adoptée en vertu de critères de non-prolifération, a limité sensiblement la capacité d'exportation du pays. Ce fut notamment la raison principale derrière l'échec des négociations avec l'Arabie saoudite. Néanmoins, il ne faudrait pas surestimer l'importance de cette réglementation dans l'effondrement des exportations états-uniennes. Les problèmes se situent davantage dans une perte de compétence globale des acteurs états-uniens qui souffrent durablement de la contraction de la demande intérieure aux États-Unis. Cette perte de compétences s'est notamment traduite par la faillite de Westinghouse en 2017 et son rachat par le fonds d'investissement Brookfield Business Partners.

En Chine, à l'inverse, la faiblesse des exportations s'explique par un manque de certifications des réacteurs chinois. N'ayant fourni pour l'heure qu'au seul Pakistan (centrale de Chasma), les exploitants chinois misent ainsi sur la certification du réacteur Hualong One par les autorités britanniques pour stimuler leurs ventes à l'étranger.



## SYNTHÈSE DES DÉBATS

---

### Peut-on s'attendre à un renouveau de la filière nucléaire aux États-Unis ?

Aux États-Unis, le nucléaire fait l'objet dernièrement d'un regain d'intérêt de la part des autorités des pays. En effet, les inquiétudes ne cessent de grandir quant aux risques d'effondrement de la filière.

Le Département de la défense (DoD) s'est ainsi inquiété des risques de fermeture des mines états-uniennes d'uranium pour alimenter en combustible sa flotte de sous-marins nucléaires. Bien qu'ayant des stocks jusqu'en 2038, le DoD envisage de passer des contrats à long-terme susceptibles de garantir la production sur le sol national. Des clauses existent en effet afin d'interdire l'importation d'uranium à des fins militaires.

Conscient de ces vulnérabilités, le Département de l'énergie (DoE) a établi une stratégie ambitieuse visant à relancer l'industrie uranifère aux États-Unis. Le DoE conseille ainsi au gouvernement états-unien de faciliter l'octroi de permis pour l'ouverture des mines. Il propose également d'interdire toute importation d'uranium venant de Chine ou de Russie. Enfin, il a émis l'idée de renforcer les réserves nationales *via* des contrats à long-terme passés avec les exploitants.

Cette politique volontariste se retrouve également dans la fabrication du combustible. La situation est en effet critique dans le secteur de l'enrichissement d'uranium avec un seul site opérationnel sur le territoire. Or, étant contrôlé par Urenco, un consortium européen, ce site ne peut légalement fournir le Département de la défense. Le DoE envisage donc de soutenir la filière en interdisant les importations russes et chinoises ainsi qu'en passant commande d'une réserve d'uranium enrichi.

Sur le plan des exportations de réacteurs, l'administration Trump s'est montrée favorable à un relâchement des conditions du règlement 123 et s'active sur le plan diplomatique afin de promouvoir la technologie états-unienne. L'abandon par la Roumanie d'un projet de réacteur chinois a ainsi été largement le fait des pressions de Washington. Un accord a également été trouvé avec le Brésil cette année.

Pourtant, ce regain d'intérêt envers la filière nucléaire se heurte aux intérêts du secteur privé. Sur l'uranium, par exemple, les exploitants des centrales sont farouchement opposés à toute politique visant à réduire les importations. Ils s'inquiètent en effet des conséquences sur leur propre compétitivité en cas d'augmentation des cours. De même, ils mettent en avant la diversité des sources d'approvisionnement comme facteur de maîtrise des risques.

Sur le plan politique, les recommandations du DoE pourraient ne pas être suivies par les démocrates en cas de victoire le 3 novembre prochain. Bien que favorable au nucléaire, Joe Biden pourrait en effet être contraint de transiger avec l'aile gauche du Parti démocrate et de privilégier d'autres sources d'énergie. Sur les sujets de l'ouverture de nouvelles mines d'uranium, il est également peu probable qu'une administration démocrate accepte de réduire les normes environnementales.

## Les SMR : continuité ou rupture pour la filière nucléaire ?

Les *small and modular reactors* (SMR) sont des petits réacteurs à fission d'une puissance assez faible en comparaison d'un réacteur classique. Apparus dès les années 50, ils connaissent un regain d'intérêt ces dernières années au point qu'on peut se demander s'il ne s'agit pas d'une rupture stratégique pour le secteur.

D'un côté, les SMR modifient radicalement le paradigme longtemps dominant des réacteurs de troisième génération fondé sur la prime à la puissance d'installation et l'augmentation des capacités. Ces petits réacteurs sont en effet modulables et peuvent être transportés par pièces détachées avant d'être assemblés sur le site d'utilisation. Cette flexibilité leur donne un avantage pour conquérir de nouveaux marchés.

Plusieurs pays ont fait part de leur intérêt pour cette technologie. L'Arabie saoudite compte ainsi sur les SMR pour fournir de l'électricité à ses usines de dessalement. De même, la Jordanie s'était montrée favorable avant de privilégier un réacteur de plus grande puissance.

Au niveau de la production, ce sont la Russie et la Chine qui dominent pour l'heure le marché. La Russie compte ainsi utiliser les SMR pour atteindre des régions isolées d'où l'usage d'une barge flottante, l'Akademik Lomonossov, sur laquelle est transporté le réacteur. Quant à la Chine, elle possède un SMR essentiellement à usage militaire mais celui-ci n'a pas encore trouvé d'acheteur à l'étranger. Enfin, ces réacteurs bénéficient d'un engouement certain aux États-Unis où plusieurs projets menés par des start-ups sont susceptibles de voir le jour d'ici quelques années.

On ne peut pourtant pas parler de rupture technologique à proprement dite en parlant des SMR. En effet, s'ils modifient l'utilisation de l'énergie nucléaire, les SMR sont encore limités par des contraintes de rechargement du combustible. La clé pour ces réacteurs sera dès lors de trouver des solutions pour réduire les besoins de recharge et ainsi de limiter leur renvois en usine. En outre, des efforts importants devront être faits afin de réduire les risques liés à la prolifération nucléaire.

## L'apparition de nouveaux défis pour la filière nucléaire

Plusieurs enjeux sont susceptibles d'impacter la filière nucléaire dans les années à venir.

Le premier enjeu concerne la sécurisation des routes de l'uranium. En effet, la concentration géographique des réserves à bas coût dans les pays d'Asie centrale ou d'Afrique pose un problème de sécurité d'approvisionnement, notamment au niveau du transport de la ressource. En Afrique, par exemple, la plupart des mines se trouvent loin des ports et exigent donc de parcourir une distance importante par train ou par camion. Or, ce type de déplacement est particulièrement vulnérable aux attaques de groupes armés.

De plus, chaque pays africain possède sa propre réglementation en matière de transport d'uranium. Certains pays considèrent ainsi que l'uranium est un objet nucléaire et doit donc bénéficier d'une protection tandis que d'autres pays sont beaucoup plus laxistes. Ces différences de sécurisation des convois sont un véritable problème pour les exploitants en tant qu'elles posent

un risque sur la sécurité des approvisionnements. En outre, l'Afrique et l'Asie centrale sont confrontées à la saturation de leurs capacités logistiques créant ainsi un risque d'engorgement des réseaux de transport. C'est le cas notamment du port de Walvis Bay qui sert pourtant de plateforme d'exportation d'uranium depuis le continent africain.

Une des solutions envisagées à ce problème était de substituer l'uranium par du thorium. Ce dernier fait partie intégrante de la stratégie nucléaire future de l'Inde. Il est également envisagé comme combustible par plusieurs fabricants de SMR, dont ThorCon. Néanmoins, son prix et la maîtrise encore limitée de la technologie ne lui permet pas d'être une alternative crédible à l'uranium à court terme.

Le second enjeu d'avenir pour la filière nucléaire concernera la gestion des déchets. En effet, si la question du retraitement des déchets de haute densité est plutôt bien connue, celle des déchets de basse densité (ciment radioactif par exemple) reste encore secondaire. Pourtant, les déchets de basse intensité représentent la majorité des déchets radioactifs.

Aujourd'hui, la gestion des déchets concerne principalement le combustible utilisé. Dans ce domaine, Rosatom propose de prendre en charge le retraitement et le stockage des déchets de ses clients ce qui lui donne un atout supplémentaire pour remporter des contrats. À l'inverse, les acteurs chinois, faisant face à de nombreuses contestations locales, ne possèdent pas une capacité importante de retraitement.

Enfin, la disponibilité en terres rares peut représenter un enjeu à l'avenir pour l'industrie en cas de développement de la fusion nucléaire du fait de l'utilisation importante de gros aimants.

